Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná

Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

Carlos Alberto Karasinski

Edson da Silva Dias

GUIA PARA APLICAÇÃO E MANUTENÇÃO DE BANCO DE BATERIAS

Curitiba / 2003

Carlos Alberto Karasinski
Edson da Silva Dias

GUIA PARA APLICAÇÃO E MANUTENÇÃO DE BANCO DE BATERIAS

Trabalho apresentado no CEFET-PR, como parte dos requisitos da disciplina de Projeto Final 2.

Orientador: Prof Dr.Joaquim Eloir Rocha

Curitiba / 2003

Edson da silva dias

Carlos Alberto Karasinski

GUIA PARA APLICAÇÃO E MANUTENÇÃO DE BANCO DE BATERIAS

Este Projeto Final de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

Curitiba, 25 de 11 de 2003

_____

Prof. Carlos Alberto Dallabona
Coordenador de Curso
Engenharia Industrial Elétrica – Eletrotécnica

_____

Prof. Paulo Sérgio Walenia
Coordenador de Projeto Final de Graduação
Engenharia Industrial Elétrica – Eletrotécnica

_____

Prof. Dr. Joaquim Eloir Rocha
Orientador

_____

Prof. Dr. Ivan Eidt Colling

_____

Prof. Dr. Eduardo Romaneli

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho ao orientador, que muito nos ajudou a atingir o nosso objetivo.

AGRADECIMENTOS

Paulo Henrique Brixel - LACTEC

Jair Abreu Farias - COPEL

Marco Antonio T. Ogibowski - COPEL

RESUMO

Coletânea de informações sobre a teoria da construção de banco de baterias para utilização como fonte de emergência para sistemas de telecomunicações e subestações de energia. Aborda de forma didática os aspectos relacionados à manutenção, construção, tipos de baterias, equipamentos auxiliares e de proteção, meio-ambiente, ensaios de laboratório, normatização e reciclagem, através de pesquisa em manuais de fabricantes, normas e na experiência de usuários, podendo servir como conteúdo programático de um curso abrangente sobre o assunto. Paralelamente à pesquisa, foi realizado um levantamento de dados junto a alguns usuários, através do preenchimento de um questionário padrão, para uma comparação sobre quais os tipos de baterias utilizadas, processos de manutenção, normatização, reciclagem, processo de carga e tipos de ensaios. Conclui que a pesquisa de referência bibliografica disponível em língua portuguesa está desatualizada em relação as mais modernas técnicas empregadas e que as novas tecnologias empregadas em baterias, acarretaram uma significativa evolução em termos de materiais utilizados na construção, otimizando a capacidade e a durabilidade das mesmas.

ABSTRACT

A combination of information about the construction theory of batteries bank used as source for emergency systems for telecommunications and sub-station energy.
It approaches in a didactic form the aspects related to the maintenance, construction, types of batteries, auxiliary and protection equipments, environment, laboratory essays, standard rules and recycling, through research in manufacturers' manuals, norms and in the experience of users, being even able to serve as a content in a large and intense program about the matter.
In parallel to the research it was carried out a data-collecting addressed to some users, through the fulfilling of a standard questionnaire, in order to obtain a comparison among batteries types that have being used, maintenance processes, norms, recycling, load process and types of essays.
It concludes that the research based on the available bibliography in the Portuguese language is outdated in relation to the most modern employed techniques and that the new technologies used on batteries brought in a significant evolution in terms of materials used in the construction, optimizing the capacity and the durability of the same ones.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Separador AGM.(fibra de vidro) _____12
FIGURA 2 Eletrólito na forma de gel _____12
FIGURA 3 Placas positivas _____18
FIGURA 4 Placas negativas _____19
FIGURA 5 Pólo de chumbo _____20
FIGURA 6 Separador de borracha microporosa _____21
FIGURA 7 Tipo de válvula utilizado_____22
FIGURA 8 Interligação de cobre revestida com plástico_____23
FIGURA 9 Curva da densidade do ácido sulfúrico em função da temperatura. __26
FIGURA 10 Retenção de carga em função do tipo de grade utilizada _____36
FIGURA 11 Influência da temperatura na vida projetada _____41
FIGURA 12 Arranjo típico de uma sala de carga _____68
FIGURA 13 Princípio de funcionamento do retificador _____69
FIGURA 14 Efeitos de chumbo inorgânico em crianças e adultos _____100
FIGURA 15 Correlação entre chumbo no sangue e solo _____105
FIGURA 16 Percentual de reciclagem descartáveis _____115
FIGURA 17 Fluxograma de produção _____131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação dos acumuladores por aplicação 14
Tabela 2 Características dos principais tipos de acumuladores secundários..... 15
Tabela 3 Teor máximo de impurezas permitido no eletrólito..... 27
Tabela 4 Teor máximo de impurezas permitido no ácido sulfúrico concentrado... 28
Tabela 5 Valores do fator K, por fabricante 39
Tabela 6 Ensaios determinados pela ABNT..... 45
Tabela 7 Limites para perturbações conduzidas 72
Tabela 8 Limites para perturbações radiadas 72
Tabela 9 Limite para distorção harmômica 72
Tabela 10 Fator de potência 73
Tabela 11 Faixas de ajustes de tensão 73
Tabela 12 Rendimento retificadores 75
Tabela 13 Imunidade a descargas eletrostáticas 76
Tabela 14 Faixa de ajuste 82
Tabela 15 Faixa garantida para ajuste de Ic 84
Tabela 16 Concentrações de chumbo em crianças 103
Tabela 17 Efeitos dos metais pesados à saude 110
Tabela 18 Análise da agua e do solo 125

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
ACGIH	American Conference of Governamental Industrial Hygienists - Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais
AGM	Adsorbed Glass Mat – Fibra de Vidro
CBA	Controle de Manutenção de Baterias
CDC	Center Of Disease Control- Centro De Controle De Doenças
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CVE	Conselho de Vigilância Epidemiológica
CVE	Centro de Vigilância Sanitária
ECD	Ensaio de Capacidade de Descarga
ECO/OPS	Evaluación Epidemiológica de Riesgos Causados por Agentes Químicos Ambientales – Evoluções Epidemiológicas dos Riscos Causados por Agentes Químicos Ambientais
Epa	Environmental Protect Agency-Agência De Proteção Ambiental
Fao	Food And Agriculture Organization – Organização Da Agiculruta E Do Alimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITME	Instrução Técnica de Manutenção Elétrica.
ITP	Instrução Técnica de Procedimentos - COPEL
LACTEC	Laboratório Central de Tecnologia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMWR	Current Trends Childhood Lead Poisoning - Tendências Atuais De Envenenamento E A Ligação Com A Infância
NBR	Norma Brasileira Registrada
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONG	Organização Não Governamental
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
QI	Quociente de Inteligência
SAN	Estireno-acrilonitrila
SE	Subestação
TELEBRÀS	Telecomunicações Brasleiras SA
Vpe	Volts por elemento
WHO	Human Exposure to Lead – Exposição Humana e a sua Ligação
ZPP	Zincoprlotoporfirina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 JUSTIFICATIVA 1

1.2 OBJETIVOS 2

1.3 METODOLOGIA 3

1.4 UMA IMPORTANTE INVENÇÃO 4

1.5 IMPACTO DA DESCOBERTA 6

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10

2.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À APLICAÇÃO 12

2.1.1 Acumuladores Ventilados 13

2.1.2 Acumuladores Regulados a Válvula 14

2.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CONSTRUÇÃO 16

2.2.1 Placas Positivas 16

2.2.2 Placas Negativas 18

2.2.3 Terminais ou pólos 19

2.2.4 Vaso 20

2.2.5 Separadores 20

2.2.6 Tampa 21

2.2.7 Válvula Retentora de Segurança 21

2.2.8 Válvula reguladora 23

2.2.9 Interligações 23

2.2.10 Aditivos 23

2.2.11 Eletrólito 25

2.3 CARGA 28

2.3.1 Carga de Equalização 29

2.3.2 Carga a Corrente Constante 29

2.3.3 Carga com Tensão Constante 30

2.3.4 Carga em Dois Estágios 30

2.3.5 Carga com Agitação de Eletrólito 31

2.3.6 Carga Profunda 33

2.3.7 Carga de Flutuação 34

2.3.8 Autodescarga 35

2.4 CAPACIDADE DE UM ACUMULADOR 37

2.5 TEMPERATURA 40

3 DESENVOLVIMENTO 42

3.1 CRITÉRIOS BÁSICOS PARA INSTALAÇÃO 42

3.2 ARMAZENAMENTO 44

3.3 ENSAIOS E TESTES 45

3.3.1 Ensaios de Tipo 46

3.3.2 Ensaios de Rotina 46

3.4 MANUTENÇÃO 59

3.4.1 Manutenção Mensal 60

3.4.2 Manutenção Anual 61

3.4.3 Manutenção Quadrienal 61

3.5 CONDIÇÕES ANORMAIS E DEFEITOS 62

3.6 SEGURANÇA – CUIDADOS PESSOAIS 62

3.7 SALA DE RECARGA DE BATERIAS. 65

3.8 RETIFICADORES 69

3.8.1 Características Técnicas 71

3.8.2 Princípio de Funcionamento 85

3.9 ENTREVISTA COM CONSUMIDORES 88

3.10 O MEIO AMBIENTE 91

3.10.1 O chumbo e a Saúde 96

3.11 CASO DA BATERIAS MOURA 118

3.11.1 Acusação 118

3.11.2 A Defesa 130

4 CONCLUSÕES 138

REFERÊNCIAS 143

ANEXOS 146

APÊNDICES 156

GLOSSÁRIO 181

1 INTRODUÇÃO

De uso geral em instalações onde não é possível admitir a perda da fonte de energia, ou em que havendo esta falta seja possível agir de forma a minimizar os efeitos, as baterias de acumuladores são a melhor opção para garantir o fornecimento ininterrupto de energia crítica para a operação em casos de emergência. Devido a sua confiabilidade, baixo custo, características técnicas, performance e qualidade da energia fornecida são utilizadas em subestações, telecomunicações, hospitais, sistemas informatizados, relógios, alarmes, etc.

Em grandes instalações como subestações e usinas os comandos de equipamentos utilizados nas unidades são realizados em corrente contínua, normalmente esta é fornecida por um retificador que é ligado no sistema de serviço auxiliar da unidade. Devido à necessidade de manobrar equipamentos em caso de perda das fontes de corrente alternada em que o retificador perde sua função, as baterias são a fonte de energia emergencial, pois é necessário preparar a unidade para receber energia novamente, ou seja abrir disjuntores para isolar equipamentos danificados, desligar cargas que eventualmente tenham ficado ligadas, comandar os comutadores de derivação dos transformadores ou realizar comunicação com as partes envolvidas no pronto restabelecimento do sistema.

1.1 JUSTIFICATIVA

Assim, desta maneira é que fica clara a necessidade dos acumuladores e sua conservação, para que estes tenham sua durabilidade estendida, assim como

seu destino após o uso seja de acordo com a legislação, de forma a preservar o meio ambiente. Visando o enfocado é que surgiu este guia de manutenção, abordando aspectos de manutenção, montagem, conservação e meio ambiente. Elaborando um guia para aplicação e manutenção de bancos de baterias é possível encontrar em um único local as informações necessárias de dados construtivos, de manutenção, segurança e operação, atendendo as necessidades dos vários segmentos do setor.

O desenvolvimento deste guia numa forma didática, pode contribuir para o âmbito acadêmico, pois facilitará o aprendizado de uma disciplina sobre este assunto.

1.2 OBJETIVOS

Criar um guia de referência para aplicação e manutenção de banco de baterias.

Levantar características dos principais fabricantes;

Mostrar características de manutenção;

Levantar e avaliar dados do histórico junto a usuários;

Fazer levantamento dos aspectos que são necessários observar com relação a segurança neste tipo de instalação;

Elaborar relatório conclusivo, abordando sugestões de melhorias no processo de manutenção e segurança;

Comparar informações sobre a utilização de baterias estacionárias e seladas do tipo automotiva;

Levantar os riscos ambientais inerentes ao processo e a reciclagem dos dejetos;

Compilar dados levantados e organizá-los em forma de guia.

1.3 METODOLOGIA

Pesquisa em manuais fornecidos pelo fabricantes, publicações em revistas, resoluções de órgãos governamentais, normas da ABNT, TELEBRÁS, COPEL, artigos disponíveis na Internet e na experiência de profissionais que trabalham no ramo.

O primeiro passo para a elaboração do trabalho é o levantamento teórico do que existe hoje disponível sobre o assunto em publicações. A etapa seguinte fundamentar-se-á no estudo dos manuais de fabricantes de bancos de baterias, normas e ensaios.

O trabalho tem como linha mestra a apostila do curso de baterias do LACTEC; local onde faremos visitas técnicas para aprender sobre os principais ensaios que são realizados em laboratórios, novas tecnologias e informações que não são facilmente encontradas em publicações, porque não são exigências que estejam nos manuais fornecidos pelos fabricantes no momento da implantação do equipamento.

Com as referências em mãos, será iniciada a filtragem das informações relevantes no propósito do trabalho. A colaboração do orientador será de grande valia na lapidação do material: direcionando o foco do trabalho; e na organização dos dados: atendendo o objetivo de se elaborar um trabalho didático, em uma forma de guia.

Na biblioteca da COPEL conseguimos o fornecimento do referencial de normatização inerente a realização do trabalho. Além das normas da ABNT, Instruções Técnica de Procedimentos - ITP's, ensaios e estudos de caso, valiosas fontes principalmente para normatização e a realização de ensaios e manutenções.

O trabalho de pesquisa terá continuidade com a pesquisa via Internet nas páginas eletrônicas de instituições de ensino, órgãos do governo, fabricantes, Organizações Não Governamentais - ONG's, etc. O estudo pretende aboradar desde a descoberta até o estado da arte no que diz respeito a baterias, bem como informações sobre legislação, novas tecnologias, meio ambiente, riscos a saúde e segurança.

Paralelamente, será realizado um levantamento de dados junto a alguns usuários, através de entrevista com o encarregado da manutenção do banco de baterias de cada empresa. A entrevista será moldada através da aplicação de um questionário padrão, reunindo informações sobre quais são os fornecedores, ensaios, normatização, acidentes, etc.

1.4 UMA IMPORTANTE INVENÇÃO

"Com placas metálicas, discos de papelão, salmoura e sagacidade, em 1799, surgiu uma das maiores invenções do mundo moderno: a pilha elétrica de Volta" [9]. Alessandro Volta nasceu em 1745 em Camnago (distrito de Como), atualmente chamada de Camnago Volta, e morreu na mesma cidade em 1827. Realizou seus primeiros estudos e suas primeiras invenções em sua cidade natal,

onde aos 29 anos foi indicado como diretor das escolas públicas, começou a ensinar física experimental na Universidade de Pávia em 1779 e em 1785 foi eleito reitor da Universidade. Mesmo no final de sua vida, ele era ainda diretor da Faculdade de Física [21].

Na segunda metade do século XVIII, difundiu-se a idéia da existência de uma "eletricidade animal", a partir de uma série de observações simples feitas por muitos naturalistas. Sabia-se, por exemplo, que certos animais, como a enguia, eram capazes de liberar energia quando tocados, os quais eram similares aos efeitos de outros choques elétricos. Em uma série de experimentos iniciados no ano de 1780, Luigi Galvani (1737-1798) descobriu que os músculos e nervos na perna de um sapo sofriam uma contração ou espasmo causados pela corrente elétrica liberada por um gerador eletrostático. Galvani chegou à conclusão que certos tecidos orgânicos geravam eletricidade por si próprios. Para ele estava claro que os músculos do sapo eram capazes de gerar "eletricidade animal", que ele julgou ser similar à eletricidade gerada por máquinas ou por raios.

Alessandro Volta repetindo os experimentos de Galvani na Universidade de Pávia, obteve os mesmos resultados. Entretanto, não estava convencido da explicação dada por Galvani e uma longa controvérsia foi iniciada. Volta logo concluiu que a eletricidade observada deveria ter origens mais simples, e que o tecido animal apenas conectava, inadvertidamente, os dois metais.

Volta construiu a primeira bateria, que consistia de dois pedaços de metal distintos (zinco e prata), separados por discos de papelão umedecidos com uma solução salina e ligados em série. Esta montagem foi chamada de célula galvânica e a combinação destas células formava uma bateria, cuja potência dependia do

número de células que estavam conectadas. Esta é a base de todas as baterias de célula úmida modernas, e foi uma descoberta científica enormemente importante, porque foi o primeiro método encontrado para a geração de uma corrente elétrica contínua. Ainda em 1799, Volta conseguiu aumentar a corrente com a utilização de cobre, zinco e papelão.

O debate entre Galvani e Volta foi um dos mais proveitosos episódios na história da ciência. Volta generosamente denominou a corrente observada de corrente galvânica, e escreveu que o trabalho de Galvani "se trata de uma das mais belas e mais surpreendentes descobertas".

A invenção da pilha foi comunicada, por Volta, à Royal Society of London na hoje famosa carta de 20 de março de 1800. Entretanto, está bem documentado que a invenção ocorreu no final de 1799, que foi universalmente reconhecido como o ano de nascimento da eletroquímica [22].

1.5 IMPACTO DA DESCOBERTA: O NASCIMENTO DA ELETROQUÍMICA

Mesmo em sua forma inicial e rudimentar, a bateria de Volta possibilitou algumas descobertas importantes no campo da eletroquímica. Entre os mais significativos avanços nas áreas relacionadas à pilha de Volta se pode citar a procura por fontes de energia eletroquímicas, a bioeletroquímica, devido ao debate entre Galvani e Volta, a eletrodeposição e a contribuição, mesmo que indireta, para o avanço de outras áreas como, por exemplo as telecomunicações. O impacto da descoberta de Alessandro Volta pode ser observado tanto na área acadêmica como em suas aplicações. O entusiasmo e o assombro causado pela

novidade da pilha de Volta no mundo científico, é comparável ao ocorrido com o advento do controle da energia nuclear na década de quarenta.

Após mais de 2 séculos desta importante descoberta, a eletroquímica é considerada atualmente uma ciência multidisciplinar. Para exemplificar a aplicabilidade desta ciência, vale a pena lembrar que desde o impulso dado pela pilha de Volta têm surgido vários métodos de análise eletroquímica. Entre os métodos eletroanalíticos podem-se citar a titulação condutométrica, potenciométrica, amperométrica e as técnicas polarográficas, entre outras. Por causa da versatilidade, precisão e baixo custo, se comparada a outros métodos de análise instrumentais, as técnicas de eletroanálise são amplamente empregadas em pesquisa e controle de qualidade. Como testemunho da importância de uma destas técnicas analíticas, pode-se citar que a Academia Real Sueca de Ciências escolheu para o Prêmio Nobel em Química (1959) a Heirovský pelo desenvolvimento da polarografia.

Os métodos eletroquímicos, além de serem empregados com finalidades analíticas, são empregados largamente em diversos campos da indústria moderna com as mais variadas finalidades: monitoramento e combate à corrosão, geração e armazenamento de energia elétrica, fabricação eletroquímica de substâncias químicas, descontaminação de efluentes, eletro-extração de metais, obtenção de materiais avançados, etc.

Dentre as inúmeras aplicações que são conseqüência direta da descoberta de Volta pode-se destacar:

O trabalho de John F. Daniell foi uma continuação da pesquisa realizada por Alessandro Volta. A pilha de Daniell era muito mais eficiente e levou o físico

francês Gaston Plante à descoberta da bateria de chumbo ácido em 1959, seguida da moderna bateria seca ("dry cell battery") desenvolvida poucos anos depois por outro francês, Georges Leclanché.

Atualmente, existe uma grande gama de baterias que têm sido desenvolvidas nas últimas décadas, classificadas em três grupos: baterias primárias, secundárias e células a combustível. As baterias primárias, conhecidas pela denominação de pilhas, são artefatos eletroquímicos que, uma vez esgotados os reagentes que produzem a energia elétrica, são descartados. A diferença essencial entre as baterias primárias e secundárias é que no segundo caso o sistema pode ser regenerado, pelo emprego de uma corrente elétrica que reverte as reações responsáveis pela geração de energia elétrica.

Estes sistemas geralmente são chamados de baterias. Cabe aqui explicar que o termo acumulador define um elemento, e o termo bateria a combinação de mais de um elemento; para o chumbo um elemento gera em torno de 2,2V e para outros materiais o potencial gerado é diferente; uma bateria de 12V de automóvel é formada de 6 acumuladores de chumbo. As células a combustível são conversores de energia química em elétrica, como é o caso das baterias primárias e secundárias. Contudo, neste caso, os reagentes químicos, que são consumidos numa reação de combustão, tem que ser continuamente alimentados ao sistema. As baterias primarias (pilhas alcalinas, por exemplo) e baterias secundárias (bateria chumbo-ácido, níquel-cádmio, níquel-hidreto, lítio, etc.) são empregadas geralmente em equipamentos eletro-eletrônicos portáteis. O uso de sistemas que geram energia química em elétrica não se limita a equipamentos eletro-eletrônicos. “As células a combustível tem sido empregadas para gerar energia

elétrica nas naves espaciais (por exemplo no ônibus espacial Columbia, com uma potência média de 7kW). Plantas de energia de células a combustível podem ser encontrados na cidade de Tóquio com potência de 4,5 MW” [9].

A descoberta de Alessandro Volta abriu uma multiplicidade de caminhos para o desenvolvimento das telecomunicações. Com as contribuições de Hans C. Oersted (1820), o elo entre magnetismo e eletricidade foi fechado, o que levou diretamente à invenção do eletroimã. A geração de eletricidade em corrente contínua e sua condução apoiada nos princípios do magnetismo, estabeleceram as bases para a transmissão de mensagens por meio de sinais elétricos.

A bateria esteve desde o início diretamente nas primeiras invenções nas telecomunicações. O invento do telégrafo elétrico por Samuel Morse (1837) era composto um fio metálico unindo duas estações telegráficas, uma chave que abre e fecha, um receptor e uma bateria. E o primeiro radiocondutor (1890), que tornou possível a criação do telégrafo sem fio, foi construído por Édouard Branly empregando um tubo de limalha de ferro, um galvanômetro e uma bateria. A pilha de Volta se coloca na origem dos mais cruciais desenvolvimentos científicos, tecnológicos e industriais do mundo moderno, dos quais depende a qualidade do nosso futuro. A dimensão deste acontecimento teve tal importância, que o próprio Volta apresentou a sua invenção a Napoleão Bonaparte no Instituto Nacional da França (Paris), em 1801.

"Este é um grande passo" - escreveu Volta - "realizado no final de 1799; passo que me conduziu à construção do novo instrumento" [9].

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os acumuladores são dispositivos que, durante a descarga, transformam a energia química contida no seu material ativo diretamente em energia elétrica, por meio de uma reação eletroquímica de óxido-redução (redox). Durante a carga temos o processo inverso, energia elétrica é transformada diretamente em energia química, que fica armazenada até uma nova descarga. Quando uma bateria é submetida a um processo de carga, a eletrólise da água do eletrólito produz oxigênio no eletrodo positivo e hidrogênio no eletrodo negativo. Isto significa que nas baterias ventiladas há perda de água e, como conseqüência, a reposição de água durante a vida. Durante a carga, o primeiro que se produz é o oxigênio e o hidrogênio é produzido quando a placa negativa está praticamente carregada. Este espaço de tempo pequeno entre a produção de oxigênio e a produção de hidrogênio é devido à baixa eficiência de carga da placa positiva.

Enquanto nas baterias ventiladas os gases escapam para a atmosfera, nas baterias reguladas a válvula o oxigênio gerado na carga difunde-se através do eletrólito gelificado até a placa negativa onde, mediante uma seqüência de reações químicas e eletroquímicas, é reduzido, incorporando-se de novo no eletrólito. As reações químicas mais importantes são:

$$2\,H_2O \Rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^- \qquad (1)$$

$$2\,Pb + O_2 \Rightarrow 2\,PbO \qquad (2)$$

$$PbO + H_2SO_4 \Rightarrow PbSO_4 + H_20 \qquad (3)$$

$$PbSO_4 + 2H^+ + 2e^- \Rightarrow Pb + H_2SO_4 \qquad (4)$$

Quando o oxigênio começa a ser produzido no eletrodo positivo (reação 1), a placa negativa está parcialmente carregada e tem uma quantidade considerável de chumbo esponjoso. Portanto se o oxigênio for transportado até o eletrodo negativo, permanecerá dentro do elemento, sem ser expelido para a atmosfera. A retenção do oxigênio acontece através de reações entre o oxigênio e o eletrodo negativo (reação 2) formando óxido de chumbo. Em uma bateria com eletrólito gelificado, este transporte é efetuado através das fissuras do gel.

O óxido de chumbo (PbO) reage com o eletrólito (H_2SO_4) formando sulfato de chumbo (reação 3). O resultado disto é uma autodescarga no eletrodo negativo, reação que é igual a carga, porém no sentido inverso (reação 4)

Deste modo, o eletrodo negativo não chega a estar completamente carregado e não gera hidrogênio. As reações acima descritas também acontecem, naturalmente em todas baterias chumbo-ácidas, porém a uma escala muito reduzida. A questão principal é fazer com que todo o oxigênio gerado nas placas positivas chegue até as placas negativas, para total aproveitamento do fenômeno da recombinação, também chamado de ciclo do oxigênio e conseguir uma bateria em que a geração de gases seja praticamente inexistente. Com isso, o consumo de água será tão insignificante que sua reposição será desnecessária.

Existem duas maneiras para conseguir o ciclo do oxigênio:

Bateria com eletrólito absorvido em um separador de fibra de vidro

As fibras são de aproximadamente um micrômetro de diâmetro e são depositadas de maneira que sua forma assemelha-se a um tecido (ou uma

esponja) feito de fibra de vidro. Esta estrutura serve para organizar o sentido do fluxo do oxigênio para o pólo negativo.

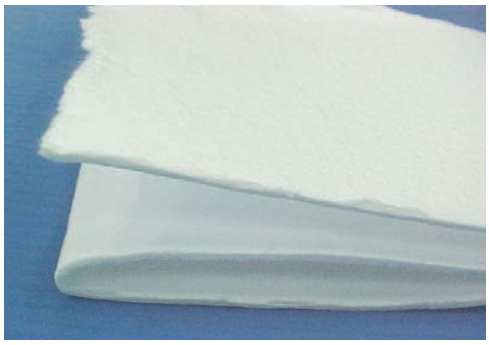


Figura 1 Separador AGM.(fibra de vidro) fonte: Saturnia Hawker [41]

Bateria com eletrólito gelificado mediante a adição de sílica

Neste o eletrólito é imobilizado mediante a adição de dióxido de silício (SiO_2), como descrito anteriormente; o deslocamento do oxigênio ocorre pelas fissuras do gel formado.

Figura 2 Eletrólito na forma de gel Fonte: Saturnia Hawker [41]

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ACUMULADORES QUANTO À APLICAÇÃO

Os acumuladores chumbo-ácidos são divididos, quanto a sua aplicação, em três grupos principais.

2.1.1 ACUMULADORES VENTILADOS

2.1.1.1 ACUMULADORES DE ALTA INTENSIDADE DE DESCARGA

Seu uso corresponde a tempos de descarga iguais ou menores que uma hora. Os elementos são utilizados em aplicações estacionárias como: partida de grupos motogeradores, sistemas “no-break”, arranque de motores de turbina, operação de comutação, inversores, freios magnéticos e em outras aplicações em que a alta descarga e a longa vida das baterias são condições essenciais.

2.1.1.2 BATERIA DE MÉDIA INTENSIDADE DE DESCARGA

Corresponde a tempo de descarga entre uma hora e vinte horas. Os elementos são utilizados em aplicações estacionárias como: telecomunicações, centrais elétricas, subestações, repetidoras de microondas, estações geradoras e distribuidoras de energia, aeroportos, hospitais e sistemas de emergência.

2.1.1.3 BATERIA DE BAIXA INTENSIDADE DE DESCARGA

Os elementos são utilizados em aplicações estacionárias como: sistemas fotovoltaicos de conversão de energia solar aplicado em estações meteorológicas, sinalização marítima, faróis e transmissores de navegações, estações de bombeamento, estações de microondas, VHF, UHF e equipamentos de emergência, onde a pequena autodescarga e grandes intervalos entre períodos de

manutenção são essenciais. Estes elementos têm características de reter até 85% de sua capacidade nominal, após permanecer por um ano em circuito aberto, à temperatura de 25ºC. Esta autodescarga pode ser até menor em temperatura mais baixas. Para isso ser possível, é indispensável a extrema pureza dos materiais componentes das grades (de chumbo puro): óxidos, pólos, etc.

2.1.2 ACUMULADORES REGULADOS A VÁLVULA

Grupo	Definição	Aplicação
Alta integridade Acima de dez anos	Acumuladores que apresentam elevados índices de desempenho, segurança e integridade mecânica, tendo uma expectativa de vida útil superior a dez anos	Uso em instalações que requerem alto grau de confiabilidade do sistema
Alto desempenho Dez anos	Acumuladores que apresentam índices de desempenho, segurança inferiores a do grupo Alta integridade, tendo uma expectativa de vida útil de dez anos	Uso em instalações que requerem médio grau de confiabilidade do sistema
Uso geral 5 a 8 anos	Acumuladores em que as exigências de durabilidade e segurança não são requisitos essenciais, tendo uma expectativa de vida útil de 5 a 8 anos	Uso em instalações em que a confiabilidade do sistema não é uma requisito fundamental
Padrão comercial 3 a 5 anos	Acumuladores cujas exigências técnicas são as mínimas necessárias para atender o uso em aplicações comerciais comuns, tendo uma expectativa de vida útil de 5 a 8 anos	Uso típico em equipamentos de emergência de pequena capacidade ou portáteis

Tabela 1 Classificação dos acumuladores por aplicação Fonte: NBR14204 [2]

Tipo	Componentes (elementos)	Tensão (V)	Temp operação (ºC)	Densidade de energia (Wh/kg)	Perfil de descarg (relativo)	Densidade de potência	Autodescarga (% de carga/ mês)	Vida útil (anos)	N° Ciclos / Maior tamanho Disponível
Pb-ácido SLI	Pb PbO2 H2SO4	N:2,0 A:2,1 O:2,0 - 1,8 C:1,75	-40 – 55	35	Plano	Alta	20-30 (Pb-Sb) 2-3 (Pb-Ca)	3-6	200 –700 200 Ah
Pb-ácido Tração	Pb PbO2 H2SO4	N:2,0 A:2,1 O:2,0 - 1,8 C:1,75	-20 – 40	25	Plano	Moderada Alta	4 –6	6	1500 200 Ah (por placa positiva)
Pb-ácido Estacionária	Pb PbO2 H2SO4	N:2,0 A:2,1 O:2,0 - 1,8 C:1,75	-10 – 40	10 – 20	Plano	Moderada Alta	-	18 – 25	400 Ah (por placa positiva)
Ni – Cd Ventilada / Tipo bolsa	Cd NiOOH KOH	N:1,2 A:1,29 O:1,25 - 1,00 C:1,00	-20 – 45	20	Plano	Alta	5	8 – 25	500 – 2000 1300 Ah
Ni– Cd Ventilada /Sinterizada	Cd NiOOH KOH	N:1,2 A:1,29 O:1,25 - 1,00 C:1,00	-40 – 50	37	Muito plano	Alta	10	3 – 10	500 – 2000 100 Ah
Ni – Cd Selada	Cd NiOOH KOH	N:1,2 A:1,29 O:1,25 - 1,00 C:1,00	-40 – 45	30 – 35	Muito plano	Moderada Alta	15 – 20	2 – 5	300-700 cilíndricas até 10 Ah
Ni – Fe Convencional	Fe NiOOH KOH	N:1,2 A:1,37 O:1,25 – 1,05 C:1,00	-10 – 45	27	Plano moderado	Moderada Baixa	20 – 40	8 – 25	2000–4000 em desenvolvimento.
Ni – Zn	Zn NiOOH KOH	N:1,6 A:1,73 O:1,6 - 1,4 C:1,2	-20 – 60	60	Plano	Alta	10	-	50 – 200 não comercial.
Zn – AgO	Zn AgO KOH	N:1,5 A:1,85 O:1,7 - 1,3 C:1,00	-20 – 60	90	Doble patamar	Alta	3	1 – 3	100– 150 6000 Ah
Cd – AgO	Cd AgO KOH	N:1,2 A:1,4 O:1,4 - 1,0 C:0,7	-25 – 70	55	Doble patamar	Moderada Alta	3	2 – 3	150 – 600 500 Ah
Ni – H	H2 NiOOH KOH	N:1,4 A:1,32 O:1,3 – 1,15 C:1,0	0 - 50	55	Plano moderado	Moderada	60	-	1500 – 6000 100 Ah
Ni – Metal hidrido	MH NiOOH KOH	N:1,2 A:1,4 O:1,25 – 1,10 C:1,0	-20 – 50	50	Plano	Moderada Alta	20	2 – 5	300 – 600 cilíndricas
Zn – MnO2	Zn MnO2 KOH	N:1,15 A:1,15 O:1,3 – 1,0 C:1,0	-20 – 40	85	Inclinada	Moderada			15 – 25 cilíndricas

Tabela 2 Características dos principais tipos de acumuladores secundários

Fonte: LACTEC [30]

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ACUMULADORES QUANTO À CONSTRUÇÃO

Dentre os principais temos:

Chumbo -- Ácido (ácida)

Níquel – Cádmio (alcalina)

Níquel – Ferro (alcalina)

Níquel – Zinco (alcalina)

Prata – Zinco (alcalina)

Prata – Cádmio (alcalina)

Níquel ou Prata – hidrogênio (alcalina)

Zinco – Óxido de manganês Zn- MnO_2 (alcalina)

2.2.1 PLACAS POSITIVAS

Nas baterias de média descarga a grelha é formada de uma liga especial de chumbo, antimônio e aditivos que aumentam a resistência mecânica da placa durante a construção, melhoram a condutividade elétrica e diminuem a corrosão.

Em relação à quantidade de antimônio, pode ser:

AN: Antimônio Normal, 10% (positiva) e 3,5% (negativa) [43].

BA: Baixo Antimônio, menor ou igual a 1,6% (positiva) e 3,5% (negativa) [43].

O material ativo é disposto simetricamente dentro dos tubetes [5] em volta da grelha condutora, eles mantêm contato com as hastes da grade por serem um invólucro de tecido em forma de tubo ou bolsa; essa bolsa é porosa e permite um bom contato com o ácido; os poros são finos e retêm as partículas do material; as

fibras de poliester são elásticas e acompanham bem as variações de volume do pólo.

Os tubos são vedados na parte inferior por meio de uma peça plástica, que se encaixa na grelha impedindo a fuga do material ativo, de modo a evitar também o desenvolvimento de curtos-circuitos na parte inferior do elemento.

Nas baterias de alta descarga a grade é feita com injetação de chumbo antimônio (6 a 11% Sb) com espigas. O material ativo é acomodado ao redor das espigas, dentro de tubetes de fibras de polietileno e/ou poliester de alta tenacidade. As placas têm espessura reduzida para aumentar a área de contato entre a massa positiva e eletrólito, bem como reduzir a resistência interna [27].

Os elementos são montados com placas positivas tubulares para alta descarga, usando separadores específicos, permitindo assim uma alta densidade de corrente em curto espaço de tempo.

Nas baterias de baixa autodescarga as placas são empastadas, de grande espessura, com grade fundida em chumbo puro, pois o chumbo puro possui menor autodescarga.

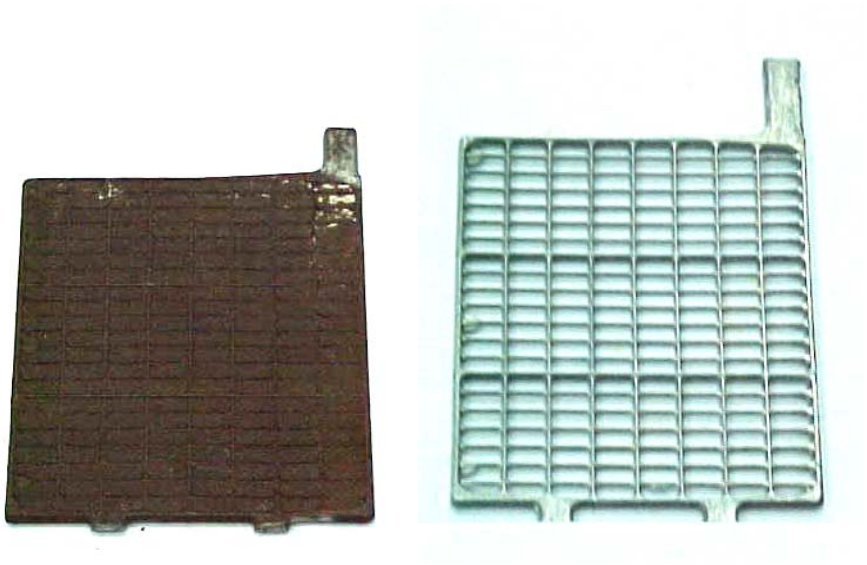


Figura 3 Placas positivas Fonte: Saturnia Hawker [40]

2.2.2 PLACAS NEGATIVAS

A grelha da placa negativa da bateria de média descarga é também de uma liga especial de chumbo antimônio empastada. Essa construção especial possibilita fixação e aderência do material ativo.

A placa negativa é de chumbo esponjoso, que devido aos aditivos incorporados ao material ativo dão elevada coesão e porosidade à placa.

A bateria de alta descarga é construída com grade fundida em liga chumbo-antimônio e empastada com massa ativa, visando a maior condutividade.

Nas bateria de baixa autodescarga as placas são empastadas, de grande espessura, com grade fundida em chumbo puro.

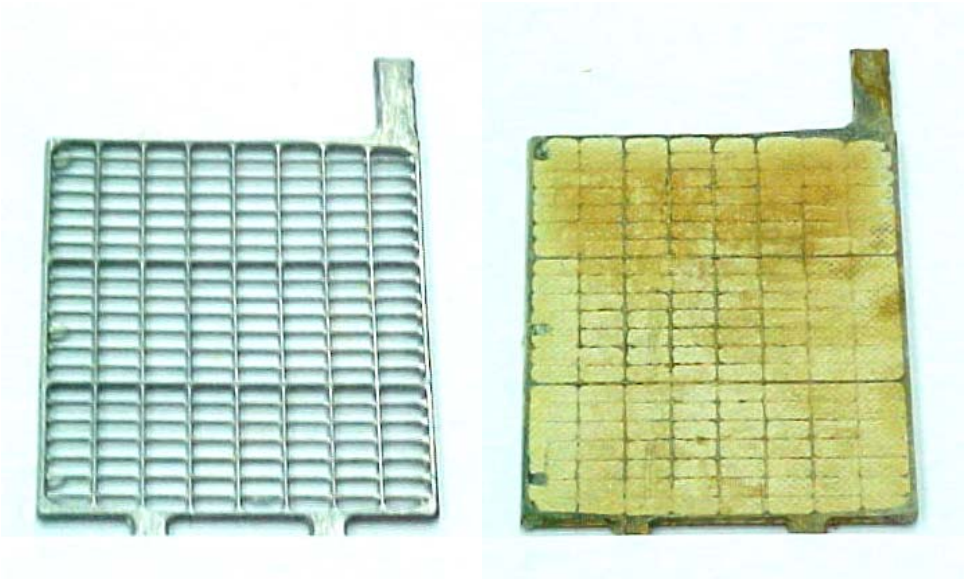


Figura 4 Placas negativas Fonte: Saturnia Hawker [40]

2.2.3 TERMINAIS OU PÓLOS

Nas baterias de média descarga e baixa autodescarga, os pólos são feitos de uma ligas especial de chumbo antimônio visando resistência mecânica e boa condutividade elétrica. A vedação e a tampa são feitas por um anel de borracha (O-ring) comprimido por um anel de chumbo.

Para baterias de Alta Descarga, são fundidos em liga chumbo-antimônio, de construção reforçada para suportar altas correntes.

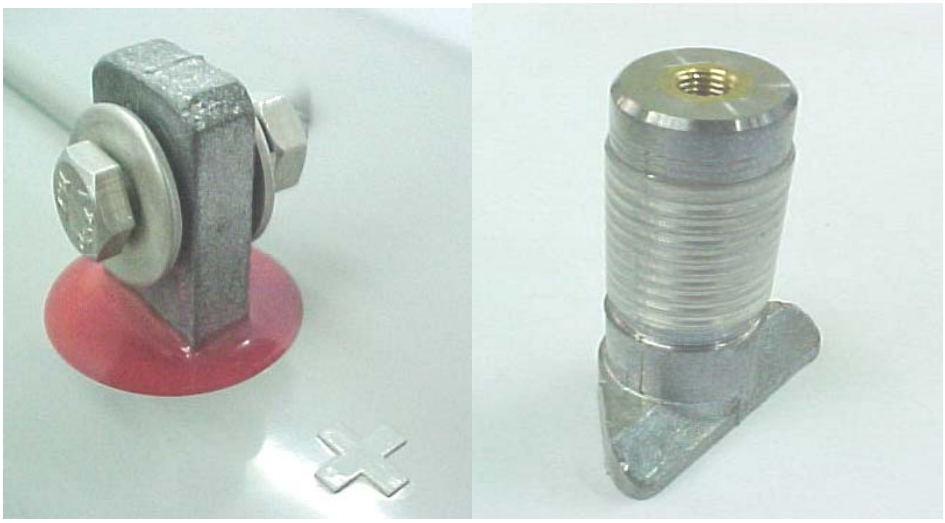


Figura 5 Pólo de chumbo (esquerda) e pólo com inserto de cobre e proteção plástica. Fonte: Saturnia Hawker [40]

2.2.4 VASO

O vaso é de termoplástico SAN (Estireno-acrilonitrila) transparente injetado, de elevada resistência mecânica e térmica, exceto em casos especiais o vaso é injetado em ABS na cor cinza opaco.

No caso de baterias de alta descarga, o dimensionamento dos vasos prevê um maior volume de eletrólito, permitindo um maior rendimento das massas ativas e ampliando os intervalos de adição de água.

2.2.5 SEPARADORES

Componente isolante permeável ao eletrólito que separa as placas de polaridades opostas, podendo assegurar também o espaçamento entra as placas,

são de material microporoso geralmente a base de borracha, resistente ao ácido e de baixa resistência elétrica.

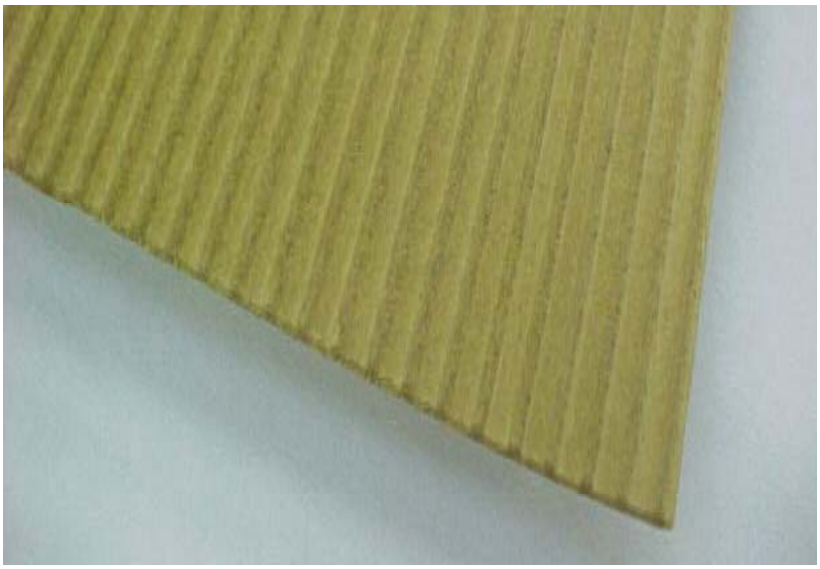


Figura 6 Separador de borracha microporosa. Fonte: Saturnia Hawker [40]

2.2.6 TAMPA

A tampa é de ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) injetado de alto impacto, na cor preta selada ao vaso com cola, para evitar vazamento, na sua construção são deixadas aberturas para a passagem dos pólos.

As tampas também podem ser fundidas com o próprio material como uma espécie de soldagem. Esse método está em expansão atualmente.

2.2.7 VÁLVULA RETENTORA DE SEGURANÇA

O uso da Válvula protege contra o risco de explosão, evitando que faíscas causem ignição do gás interno do elemento, além de evitar adicionalmente qualquer emanação de partículas de ácido durante a carga.

A válvula consiste de um filtro de parede espessa de material cerâmico sintetizado, resistente ao ácido e com porosidade controlada. Algumas possuem um tubo construído em termoplástico poliestireno em forma de funil encaixado na parte interna do filtro; este funil de plástico facilita a adição de água na bateria e a leitura da densidade sem remoção da válvula.

A extremidade interior do funil fica imersa no eletrólito e, o conjunto impede que os gases da superfície do eletrólito entrem diretamente em contato com o exterior, obrigando-os a atravessar o filtro cerâmico. É um dispositivo destinado a permitir a liberação de gases formados no interior do acumulador formados durante o processo de carga e impedindo a entrada de impurezas no mesmo. A figura 7 mostra um dos tipos de válvula utilizados, a parte escura no meio é o material poroso cerâmico.

Figura 7 Tipo de válvula utilizado. Fonte: acervo próprio

2.2.8 VÁLVULA REGULADORA

Dispositivo utilizado no acumulador regulado à válvula que permite o escape dos gases quando a pressão interna atinja um valor predeterminado, impedindo durante o funcionamento normal a entrada de ar. Após o alívio da pressão a válvula deve voltar a sua condição normal, ou seja, fechada.

2.2.9 INTERLIGAÇÕES

As interligações são de cobre, a proteção contra corrosão é dada por uma camada de chumbo aplicada eletronicamente. Em alguns bancos esta proteção é feita por uma cobertura de material plástico ou é recoberta com graxa no caso de bancos mais antigos. Na figura 8 temos um tipo de interligação em cobre, recoberta com plástico.

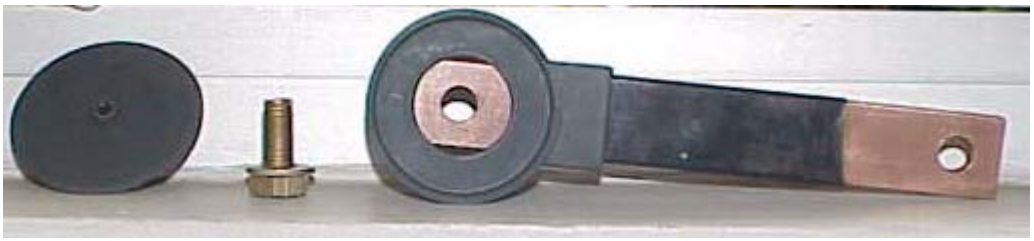


Figura 8 Interligação de cobre revestida com plástico Fonte: acervo próprio

2.2.10 ADITIVOS

São vários os microconstituintes que compõem as ligas utilizadas nos acumuladores. Cada um tem uma finalidade específica para melhorar o desempenho, como por exemplo:

a) O cálcio serve como endurecedor da placa, facilita a construção, diminui a "ciclagem" (vide ensaios), diminui a migração do chumbo da placa positiva para a negativa. A gaseificação do eletrólito na recarga é menor com seu uso, e é possível o carregamento praticamente com tensão de flutuação, pois a resistividade da bateria é menor. Como desvantagem do uso de cálcio, é sabido que provoca má distribuição da densidade dentro do elemento e o crescimento da placa positiva é maior que usando outros tipos de aditivos como o antimônio. A quantidade de cálcio permitida na constituição dos elementos é limitada conforme a aplicação, por exemplo para baterias estacionárias ventiladas é de 0,12% no máximo [1].
b) O antimônio é utilizado porque permite maior resistência mecânica da placa positiva quanto ao ataque pelo ácido.
c) O selênio e cobre diminuem a granulometria(vide glossário) e o ponto eutético da liga Pb-Sb, ou seja, com isso é possível utilizar-se menos energia para derreter a liga, pois a temperatura de fusão baixa de 327ºC para 300ºC.
d) O dióxido de silício (SiO_2) é utilizado porque possui alta porosidade, então absorve ácido dentro destas porosidades, funcionando como um reservatório ao mesmo tempo que aumenta a área de contato com o eletrólito.

e) A fibra de celulose é adicionada à pasta de chumbo para transmitir por capilaridade o eletrólito para o interior da placa.

f) O sulfato de bário ($BaSO_4$) absorve o sulfato de chumbo e permite que não haja diminuição da área de contato da placa negativa. É utilizado em conjunto com a lignina (lignosulfato de sódio) que permite que o sulfato de bário libere o chumbo para a parte ativa e não para o fundo do acumulador quando ocorre a recarga.

2.2.11 ELETRÓLITO

O eletrólito utilizado nas baterias ácidas é o ácido sulfúrico. O ponto de congelamento da solução de ácido sulfúrico em função da concentração pode ser vista na figura abaixo.

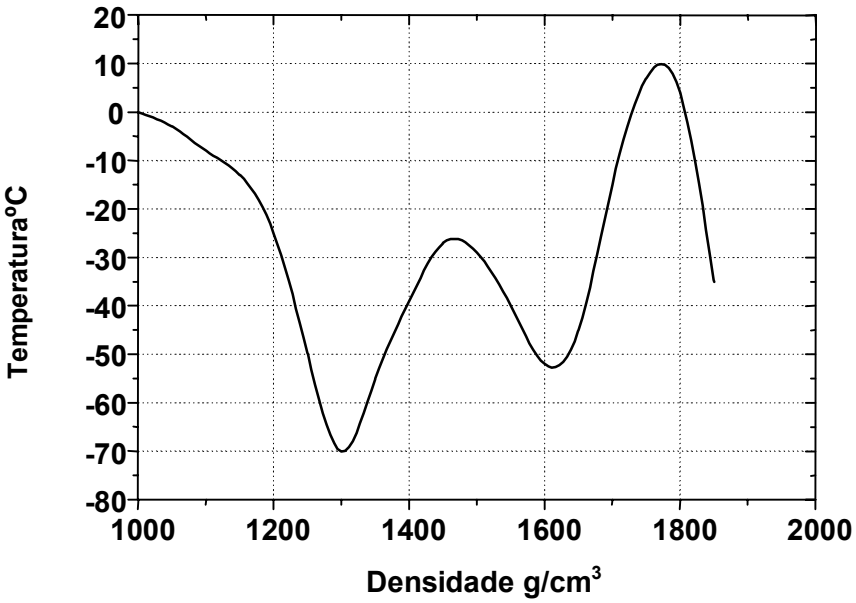


Figura 9 Curva da densidade do ácido sulfúrico em função da temperatura.
Fonte: Saturnia Hawker [41]

O ponto de congelamento da solução varia amplamente em função da concentração. Os acumuladores devem ser projetados de tal forma que a solução de ácido sulfúrico do acumulador permaneça sempre acima do ponto de congelamento, considerando a menor temperatura possível de ser atingida no lugar e condições de instalação.

A concentração da solução de ácido sulfúrico na maioria das baterias de chumbo-ácido utilizadas em climas temperados é de 1,260 – 1,280 g/cm^3 [30].

Eletrólitos mais concentrados atacam os separadores, conectores e outros componentes. Eletrólitos menos concentrados não são suficientemente condutores quando a bateria está parcialmente descarregada, especificamente na parte final da descarga. Em climas tropicais, como no Brasil, é utilizado um

eletrólito de menor concentração. Em acumuladores estacionários a concentração de eletrólito utilizada em climas tropicais varia entre 1,200 e 1,220 g/cm^3.

No caso de baterias de baixa autodescarga, densidade a plena carga deve ser de 1280 g/cm^3 a 25ºC. Uma propriedade muito importante do eletrólito é que durante a descarga, a densidade do mesmo decresce, do valor inicial, em condição totalmente carregada, até o valor final em condição totalmente descarregada, numa proporção equivalente à quantidade de Ampères-horas descarregados. Desta forma o valor da concentração do eletrólito é uma maneira de testar o estado de carga de uma bateria. As impurezas contidas no eletrólito e no ácido sulfúrico concentrado têm seus teores máximos determinados e devem respeitar os valores tabelados a seguir.

Impurezas	Denominação	Máximo admissível			
		Para enchimento		Em operação, carregado	
		%	Mg/L	%	Mg/L
Ferro	Fe	0,0025	30,00	0,0082	00,00
Anidrido sulfuroso	SO_2	0,0013	16,00	0,0013	16,00
Arsênio	As	0,00008	1,00	0,00025	3,00
Antimônio	Sb	0,00008	1,00	0,00083	10,00
Manganês	Mn	0,000016	0,20	0,000016	0,20
Cobre	Cu	0,000041	0,50	Ausente	Ausente
Estanho	Sn	0,00008	1,00	0,00025	3,00
Bismuto	Bi	0,00008	1,00	0,00025	3,00
Cromo	Cr	0,000016	0,20	0,000016	0,20
Níquel	Ni	0,00008	1,00	0,00008	1,00
Cobalto	Co	0,00008	1,00	0,00008	1,00
Platina	Pt	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Titânio	Ti	0,000016	0,20	0,000016	0,20
Halogenetos totais cloretos	Cl^-	0,0004	5,00	0,0165	200,00
Nitrogênio como amônia	NH^+	0,004	50,00	0,004	50,00
Nitrogênio com nitratos	NO_3	0,00008	10,00	0,0008	10,00
Resíduo fixo	-	0,020	250,00	0,066	800,00
Substâncias orgânicas oxidáveis	$KmnO_4$	0,0025	30,00	0,0025	30,00

Tabela 3 Teor máximo de impurezas permitido no eletrólito com densidade 1210g/cm3 a 25ºC Fonte: NBR14197 [5]

Impurezas	Denominação	Máximo admissível	
		%	mg/L
Ferro	Fe	0,005	90,00
Cobre	Cu	0,000008	1,50
Halogenetos totais como cloretos	Cl^-	0,001	18,40
Nitratos	NO_3	0,0005	9,00
Resíduo fixo	-	0,03	550,00

Tabela 4 Teor máximo de impurezas permitido no ácido sulfúrico concentrado
Fonte: NBR14197 [5]

2.3 CARGA

A carga da bateria é a operação mais importante para manutenção perfeita da bateria. Quando o acumulador é conectado a uma carga externa, a energia armazenada nas placas do acumulador é convertida em energia elétrica e elétrons circulam pelo circuito externo, gerando uma corrente elétrica e descarregando a bateria. Durante a carga, tem-se o processo inverso, a corrente circula no sentido contrário e as reações acontecem na direção inversa às de descarga e a energia elétrica é armazenada nas placas em forma de energia química.

A carga de um acumulador pode ser feita de muitas formas diferentes, dependendo do tipo de acumulador, regime de funcionamento, etc. Nos momentos iniciais de carga, os acumuladores chumbo-ácido aceitam valores de correntes de carga elevados sem problemas. As dificuldades e os problemas começam quando ao ir sendo carregados, os acumuladores atingem a tensão denominada de gaseificação, ou seja, a tensão em que começa a decomposição da água do eletrólito (aproximadamente 2,4 V por elemento). Para obter uma carga efetiva e

que não danifique os elementos do acumulador, o carregador deve manter a tensão sempre próxima, porém inferior, à tensão de gaseificação.

Os métodos de carga mais comuns utilizados são:

2.3.1 CARGA DE EQUALIZAÇÃO (MANUAL/AUTOMÁTICA)

A carga de equalização é a utilizada para corrigir os valores de densidade e tensão, ajustando-os para os valores nominais específicos. É considerada uma carga manual pois necessita de acompanhamento do operador para não permitir que a temperatura da bateria ultrapasse os 45ºC [30]. A carga de equalização consiste em um prolongamento da última etapa de carga, por um período de 3 horas com acompanhamento e registro dos valores de tensão, densidade e temperatura.

2.3.2 CARGA A CORRENTE CONSTANTE (MANUAL)

A carga com corrente constante é realizada com acompanhamento de um operador, pois existe uma elevação de temperatura que pode atingir níveis superiores ao máximo permitido (45ºC). Assim é necessário que o operador diminua a corrente, ou até mesmo desligue o carregador, para manter o nível de temperatura abaixo da máxima.

2.3.3 CARGA COM TENSÃO CONSTANTE (AUTOMÁTICA)

A carga com tensão constante é a recomendada por ser mais confiável. Injeta-se maior corrente no início da carga, quando a bateria está descarregada, mantendo-se uma corrente mínima no final da carga, diminuindo a gaseificação e o aumento de temperatura.

Esta carga recebe o nome de tensão e corrente constante pois o carregador é pré ajustado para valores específicos de tensão final (±2,40Vpe(Volts por elemento) conforme fabricante) e corrente inicial limitada entre 15% e 20% da capacidade em regime permanente, sendo que pela diferença de potencial entre a tensão da bateria (crescente durante a carga) e a tensão ajustada no carregador, a corrente diminui gradativamente conforme diminui tal diferença, a corrente final pode chegar a valores entre 1,5% e 2% da nominal.

2.3.4 CARGA EM DOIS ESTÁGIOS

Existe ainda outro tipo de carga associado a este princípio, que é uma carga dividida em dois estágios. Considere-se o seguinte procedimento para uma bateria tracionária. No primeiro estágio com corrente de 20% de C8 (Carga em 8 horas) e tensão limitada em 2,37 Vpe. Quando a tensão da bateria atinge este valor o carregador comuta automaticamente para o segundo estágio em que a corrente passa para 4% a 5% de C8, e a tensão crescente até 2,60 Vpe. O tempo total neste tipo de carga é de aproximadamente 8 horas.

O tempo real de carga depende do tempo de descarga que a bateria foi submetida, ou seja, uma bateria que descarregou apenas 50% da sua capacidade terá um tempo de carga menor do que uma que tenha ido a uma profundidade de descarga de 80%.

2.3.5 CARGA COM AGITAÇÃO DE ELETRÓLITO

Nas baterias com sistema por agitação de eletrólito, os carregadores possuem uma bomba de ar comprimido com vazão determinada conforme a bateria, testada e aprovada na fábrica, que determina a melhor forma desta recarga.

Com a tecnologia do sistema por agitação de eletrólito, o processo eletroquímico da recarga é acelerado em 30% pela vazão do ar comprimido que é recebido do carregador (com isto, a energia elétrica consumida nos carregadores também é reduzida em 30%). Sendo assim, fica extinto o repouso antes e após a recarga.

Com essa tecnologia, ocorre também resfriamento automático da bateria, uma vez que o eletrólito fica circulando em todo o momento da recarga, homogeneizando-se constantemente com a água.

Com a homogeneização eletrolítica, fica extinta a estratificação do ácido, ocasionada pela adição de água após a carga, ou seja, as densidades passam a ser únicas, tanto na parte inferior quanto na superior.

O consumo de água e a desagregação de óxido de chumbo são reduzidos, uma vez que a temperatura neste processo torna-se menor. Isto faz com que se aumente consideravelmente a vida útil das baterias.

A cada 5ºC superior a 45ºC em que a bateria trabalha (temperatura de referência na recarga), sua vida útil é reduzida em 50%, ou seja, se a mesma trabalhar ou recarregar com temperaturas superiores à de referência e as que constam no manual técnico, o ácido fica mais concentrado, aumentando o processo de decomposição das placas.

Resumo de vantagens apresentadas pelas baterias com agitação de eletrólito:

a) Não exige repouso inicial para a carga, pois a bomba do carregador envia ar comprimido para o interior da bateria;
b) Não exige repouso após a recarga, pois tem homogeneização imediata do eletrólito e temperatura reduzida;
c) Menor consumo de água;
d) Prolonga a vida útil, pois reduz a temperatura da recarga;
e) Maior aproveitamento da capacidade da bateria, pois a homogeneização do eletrólito é imediata;
f) Maior controle da temperatura, pois a agitação de eletrólito faz com que a bateria se auto-refrigere.
g) Maior autonomia, pois não existe estratificação do eletrólito.

Como desvantagem este método de carga apresenta o problema de que pode desagregar o material ativo das placas devido à agitação, principalmente a medida que o tempo de uso passa, por isso ainda não é um método amplamente empregado, mas tende ser uma boa opção para minimizar custos, desde que seja desenvolvido processos de melhoria no método, passando pelo tipo de chumbo empregado nas placas e grades.

Este método é utilizado em baterias tracionárias. Na Europa, esta tecnologia é utilizada há mais de 10 anos e, aqui no Brasil, já está sendo utilizada há mais de seis anos pela empresa DAIMLER CHRYSLER e, há um ano, pela empresa PARANÁ EQUIPAMENTOS [17].

2.3.6 CARGA PROFUNDA

A carga profunda é uma carga em regime de corrente constante sem limitação da tensão final de carga. Nesta carga é desejada a gaseificação livre no estágio final da carga para obter boa homogeneização da densidade dentro dos elementos.

Esta carga deverá ser usada antes e após ensaio de capacidade de descarga (ver ensaios) e na ativação de baterias que estejam com vida útil comprometida, como última opção antes da condenação para uso nas condições de especificação. É também aplicada como carga inicial ao se ativar a bateria (tracionária) no local, e compõem-se de dois estágios bem distintos, ou seja:

1º estágio

Ajustar no carregador uma corrente de 0,10 a 0,20 C_{10} A ou seja 10 a 20 A para cada 100 A/h da capacidade nominal, mantendo esta corrente constante. No instante em que inicia a gaseificação, isto é, quando se obtem a tensão 2,4 V vezes o número de elementos nos terminais finais, termina o 1º estágio da carga e a corrente deverá ser reduzida, passando-se para o 2º estágio [41].

2º estágio

Ao ser atingida a tensão de gaseificação de 2,4 Vpe, a corrente de carga deverá se reduzida para 0,03 a 0,05 C_{10} A, um valor de 3 a 5 A para cada 100 Ah de capacidade.

Esta é a faixa recomendada para o estágio final de carga. A partir deste instante a carga deverá prosseguir até que se obtenham tensões e densidades, corrigidas para a temperatura de 25ºC, estáveis durante 3 leituras consecutivas, num período de 2 horas, em todos os elementos e que se tenha recolocado de 110 a 115% dos Ah retirados na descarga anterior [41].

2.3.7 CARGA DE FLUTUAÇÃO

A flutuação é um regime de carga em que a bateria é mantida a plena carga; neste regime é mantido um nível de tensão que garante uma circulação de corrente suficiente para compensar as perdas por autodescarga e repor a energia consumida por pequenos picos, pulsos de demanda do equipamento consumidor.

Antes de se colocar a bateria em flutuação esta deverá estar completamente carregada. Recomenda-se para tensão de flutuação, um valor dentro faixa de 2,15 a 2,2 Vpe [43]. Não se pode de antemão definir um valor imediato, pois esta tensão depende do regime de funcionamento do conjunto carregador-bateria-consumidor. Somente quem opera o equipamento poderá escolher a tensão de flutuação que, entre outros, depende da freqüência de falta de energia da rede na localidade.

Um valor muito baixo deixará decrescer os valores de densidade do eletrólito, ocasionando perda da carga e perigo de sulfatação. Um valor muito alto aumentará o consumo de água e o desgaste das placas dos elementos, reduzindo sua vida útil.

Para o início da operação, recomenda-se um valor de 2,18Vpe que deverá ser reajustado se a bateria demonstrar irregularidades de funcionamento, como decréscimo da densidade do eletrólito ou da tensão individual em um ou mais elementos.

2.3.8 AUTODESCARGA

A liberação da energia química das placas não acontece única e exclusivamente através do circuito externo; ela pode ocorrer por autodescarga. O acumulador carregado possui um estado instável e procura por todos os meios se descarregar. A forma mais rápida do acumulador se auto descarregar, quando o circuito externo está aberto, é através da decomposição da água presente no eletrólito. A velocidade da autodescarga das placas das baterias de chumbo-ácido é muito rápida, mas pode ser reduzida significativamente controlando-se as impurezas no eletrólito, mediante o uso de aditivos nas grades e material ativo e utilizando-se projetos apropriados para a montagem dos acumuladores.

A velocidade da autodescarga depende do sobre-potencial, da temperatura, da concentração do eletrólito e dos contaminantes que possam existir no eletrólito ou mesmo nas placas.

As reações de autodescarga são:

Placa Positiva $\mathbf{PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + H_2O + ½\ O_2}$ **(5)**

Placa Negativa $\mathbf{Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + H_2}$ **(6)**

A autodescarga da placa negativa é geralmente mais rápida, principalmente quando é devido a presença de contaminantes. Na figura 10, pode ser vista a dependência da autodescarga, em função do tipo de grade utilizada nas placas.

Outra forma da autodescarga acontece quando por deficiência na manutenção há o acúmulo de poeira, umidade, respingos de ácido na superfície do acumulador. Neste caso o circuito externo é fechado através desses elementos e a bateria descarrega-se lentamente.

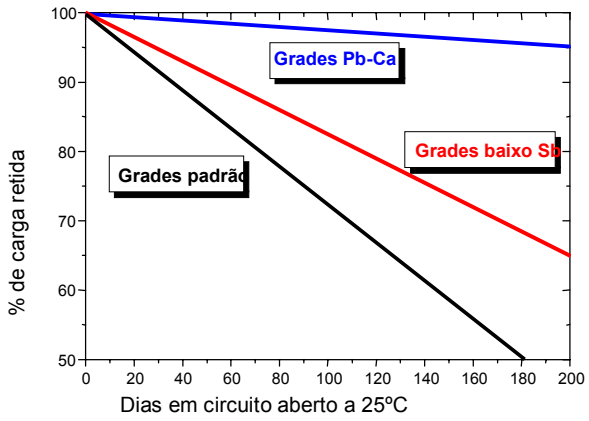


Figura 10 Retenção de carga em função do tipo de grade utilizada (25 oC)
Fonte: LACTEC [30]

A autodescarga, a uma temperatura média de 25ºC é de aproximadamente 1% ao mês e de 12 a 15% ao ano[43]. No final de vida a autodescarga pode ser considerada maior de 30 – 50% em relação à nova [43].

2.4 CAPACIDADE DE UM ACUMULADOR

A característica mais importante de um acumulador é sua capacidade, ou seja, a quantidade de corrente elétrica que pode ser obtida da reação eletroquímica que nele acontece. Para evitar equívocos, as condições em que deve ser medida a capacidade de um acumulador são determinadas universalmente.

A capacidade do acumulador é medida com corrente de descarga, constante, como o produto desta corrente pelo tempo transcorrido desde o início da descarga até que o potencial caia até um valor predeterminado é definida em Ampères-hora (Ah), como na equação abaixo:

$$\mathbf{C = I \times t} \qquad \mathbf{(7)}$$

A capacidade depende do valor da própria corrente de descarga, do valor definido como o potencial de corte e da temperatura em que foi realizada a descarga. O potencial de corte escolhido geralmente é de 1,75 Vpe

Especificar que um acumulador tem uma capacidade C = 100 Ah não tem significado útil; é necessário informar em quantas horas foi medida esta capacidade. Desta forma, por exemplo, dizer que um acumulador tem uma capacidade, em 20 horas de descarga, de C_{20} = 100 Ah, significa que pode fornecer uma corrente de 5 A (obtido de 100 Ah / 20 h) durante 20 horas (5 A

vezes 20 horas significam C_{20}= 20A x 5h = 100 Ah), o que pode ser comprovado experimentalmente. Em geral, os bancos de acumuladores industriais utilizam capacidades medidas em 10 horas (C_{10}) e em 5 horas (C_5), ou ambas, sendo que a capacidade em 20 horas (C_{20}) é mais utilizada para baterias automotivas [30].

É necessário ressaltar que um acumulador que apresenta uma capacidade C_{20} = 100 Ah, experimentalmente, não possui a mesma capacidade em regimes C_{10} ou C_5. Um acumulador apresenta maiores capacidades na medida que as correntes de descarga são menores. Desta forma, um acumulador com C_{20} = 100 Ah, terá uma C_{10} < 100 Ah e uma C_5 << 100Ah. Por isso dizer só que um acumulador tem 100 Ah não permite saber qual corrente ele pode fornecer nem por quanto tempo, tornando-se um dado enganoso.

Finalmente, a capacidade depende da temperatura em que é realizada a descarga. As normas definem uma determinada temperatura para a realização da medida experimental (25^{o}C), ou no caso da medida ser realizada com outra temperatura inicial do eletrólito, especifica um fator de correção (identificado com a letra K) do valor de capacidade obtido. A expressão que deve ser utilizada para corrigir os valores de capacidade em função da temperatura inicial do eletrólito é:

$$\mathbf{C_{25} = \frac{C_T}{1 + K(T - 25)}} \qquad \textbf{(8)}$$

C_T – valor da capacidade medido experimentalmente à temperatura T

K - fator de correção

T - temperatura inicial do eletrólito.

Os valores do fator K utilizados atualmente pela COPEL/LACTEC [30] em função do fabricante das baterias, estão listados na tabela 5; para uso no cálculo

da capacidade percentual da bateria, em função da temperatura inicial do eletrólito, para regime de descarga de 10 horas. Em caso de não ser especificado pelo fabricante, o fator utilizado é 0,07.Para baterias de média descarga, da marca 5 por exemplo, a capacidade varia de 100 a 2500 Ah em 10 horas de descarga até a tensão final de 1,75Vpe a 25ºC .

Para baterias de baixa autodescarga, da marca 5 por exemplo, a capacidade varia de 340 a 1200 Ah em 500 horas de descarga até a tensão final de 1,80Vpe.a 25ºC . Para baterias de alta descarga, da marca 5 por exemplo, a capacidade varia de 560 a 2380Ah em 10h. de descarga até a tensão final de 1,75Vpe a 25ºC.

Temperatura ºC	Marca 1	Marca 2	Marca 3	Marca 4	Marca 5
17°C	0,9542	0,907	0,907	0,952	0,908
18°C	0,9597	0,920	0,920	0,958	0,922
19°C	0,9652	0,932	0,932	0,964	0,936
20°C	0,9708	0,945	0,945	0,970	0,950
21°C	0,9766	0,956	0,956	0,976	0,960
22°C	0,9823	0,967	0,967	0,982	0,970
23°C	0,9881	0,978	0,978	0,988	0,980
24°C	0,9940	0,989	0,989	0,994	0,990
25°C	1,0000	1,000	1,000	1,000	1,000
26°C	1,0059	1,004	1,004	1,006	1,004
27°C	1,0118	1,010	1,010	1,012	1,008
28°C	1,0176	1,013	1,013	1,018	1,012
29°C	1,0234	1,017	1,017	1,024	1,016
30°C	1,0291	1,020	1,020	1,030	1,020
31°C	1,0347	1,023	1,023	1,036	1,023
32°C	1,0403	1,026	1,026	1,042	1,026
33°C	1,0458	1,029	1,029	1,048	1,029
34°C	1,0512	1,032	1,032	1,054	1,032
35°C	1,0566	1,035	1,035	1,060	1,035

Tabela 5 Valores do fator K, por fabricante Fonte: LACTEC [30]

2.5 TEMPERATURA

A temperatura nominal da bateria é 25ºC, e a máxima temperatura que a bateria pode atingir é 45ºC [30].

A bateria é um dispositivo eletroquímico, estando seu desempenho diretamente relacionado à temperatura de operação. A temperatura pode influenciar tanto no rendimento como na vida útil da bateria. Seu melhor rendimento é alcançado operando a temperaturas de 15ºC a 35ºC. Durante a carga, normalmente observa-se um aumento de temperatura, este entretanto, nunca deve ultrapassar 45ºC para evitar danos irreversíveis à bateria. Para temperaturas na faixa de 10ºC a 25ºC a tendência é que a vida normal da bateria seja aumentada.

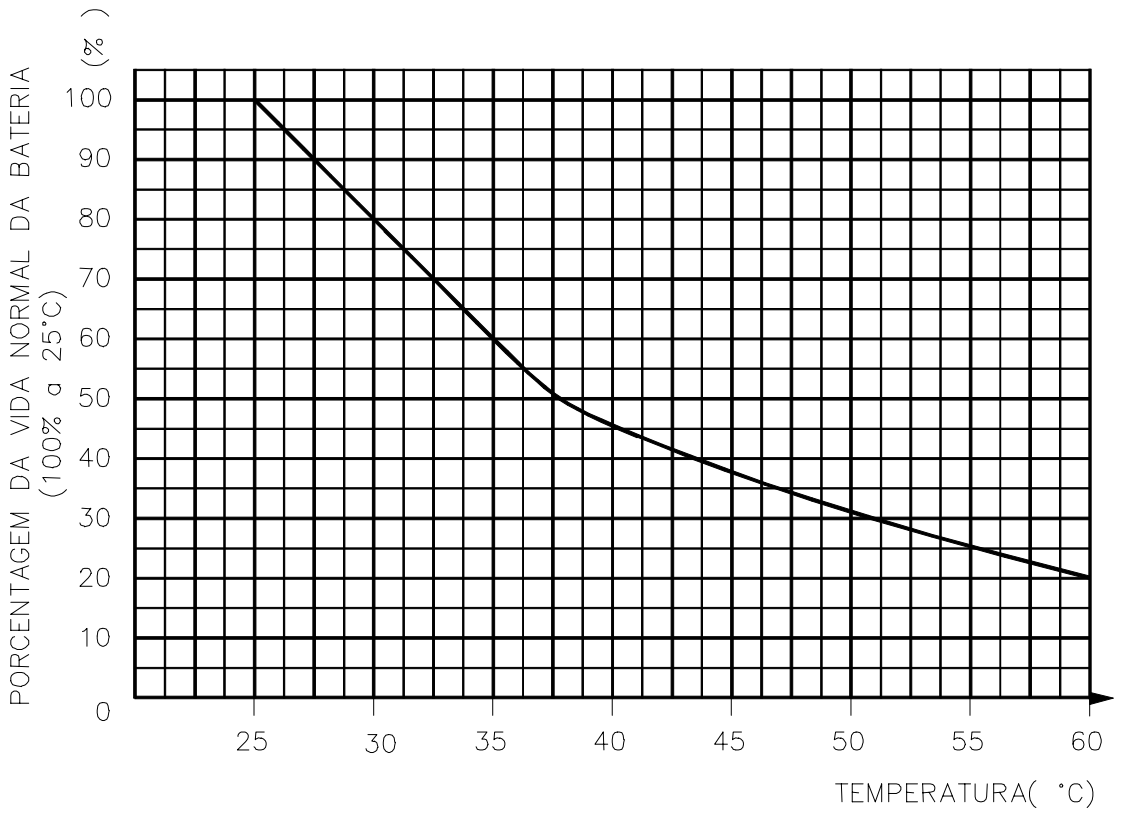


Figura 11 Influência da temperatura na vida projetada, equação de arrhenius

Fonte: Saturnia Hawker [41]

3 DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa abordamos a parte do trabalho que corresponde ao conteúdo sobre instalação, ensaios, retificadores, manutenção, reciclagem e levantamento de dados sobre como é tratado o assunto dentro das empresas que fazem uso em grande quantidade de acumuladores para fonte de energia emergencial.

O estudo foi baseado nas normas utilizadas pelas companhias pesquisadas e as referências por essas utilizadas.

Em alguns casos são seguidas fielmente as normas técnicas estabelecidas, em outros são acrescidas considerações que oriundas da experiência profissional das equipes de manutenção das companhias citadas acima e dos principais fabricantes de equipamentos, através de manuais e normas próprias destes.

A crescente preocupação com a preservação dos recursos naturais, a disposição final das baterias, bem como os riscos inerentes à saúde serviram como fontes de pesquisa para complementação deste estudo.

3.1 CRITÉRIOS BÁSICOS PARA INSTALAÇÃO

A bateria deverá ser montada de acordo com o Manual de Instalação, Operação e Manutenção do fabricante, devendo ser observados os seguintes cuidados:

a) As estantes devem ser niveladas, verificar se os parafusos estão apertados e os perfilados em PVC posicionados corretamente nas longarinas;

b) Verificar se as estantes e os elementos encontram-se limpos;

c) Verificar a seqüência dos elementos montados na estante dependendo do fabricante e cada elemento possui as seguintes identificações:

- no pólo negativo, em cima: o mês,
- no pólo negativo abaixo: o ano de fabricação,
- no pólo positivo encima: o número de série de fabricação,
- no pólo positivo abaixo: o número seqüencial do elemento.

d) A bateria deverá sempre ser instalada, sendo o pólo positivo do elemento de número seqüencial 01. No comissionamento, se a seqüência de todos os elementos estiver correta, os elementos deverão receber o número adesivo correspondente, caso contrário, acertar primeiro a seqüência, para só depois colar o número adesivo;

e) Verificar as conexões dos elementos. e se foram posicionadas corretamente na estante, isto é, alternadamente, ora com os pólos positivos para a frente, ora com os pólos negativos para frente, facilitando assim a conexão em série;

f) Com o auxílio de um torquímetro, verificar se todas as conexões estão com os valores de torque recomendados pelo fabricante, bem como se os pólos, barras de interligações estão uniformemente protegidas com graxa anti-oxidante, de acordo com os critérios recomendados pelo fabricante. Usualmente a maneira de aplicar a graxa é a seguinte: antes da montagem isola-se a parte da interligação que deve ser parafusada com fita crepe e então introduz-se em recipiente com a graxa previamente aquecida, após retira-se o excesso deixando escorrer. Quando a graxa solidificar está pronto para montar, ficando bem melhor do que fosse aplicada com pincel após a

montagem. Atualmente as interligações vêm protegidas com camadas de plástico isolante que eliminam a necessidade de aplicação de graxa, que somente é aplicada sobre a conexão com o pólo, cobrindo o parafuso e a parte da interligação que ficou exposta.

g) Certificar-se que os dados nominais do carregador estão projetados para atender a tensão da bateria, e se o terminal positivo do carregador está conectado ao terminal positivo da bateria e o terminal negativo do carregador ao terminal negativo da bateria.

3.2 ARMAZENAMENTO

Nos casos de armazenamento de baterias devem ser tomados os seguintes cuidados: as baterias chumbo-ácidas possuem garantia de acordo com o tipo e a utilização das mesmas, contra defeitos de fabricação e/ou materiais. Para que a garantia permaneça em vigor, caso fiquem armazenadas, devem ser recarregadas a cada três meses e colocadas em serviço no máximo aos seis meses após data de envio da fábrica.

Não atendendo esses requisitos a bateria terá a sua vida útil encurtada devido a sulfatação, a qual terá que ser eliminada com sobrecarga, com conseqüente oxidação das placas positivas, aumentando o risco de corrosão do pólo positivo.

3.3 ENSAIOS E TESTES

Os ensaios realizados em bancos de baterias são prescritos pela ABNT nas NBR´s:

- NBR 14199-Acumulador chumbo-ácido estacionário ventilado – Ensaios.
- NBR 14205- Acumulador chumbo-ácido regulado por válvula – Ensaios.

São eles:

Tipos De Ensaios	Ventilada	Regulada a Válvula
1. Inspeção visual	X	X
2. Inspeção visual interna		X
3. Análise físico química do eletrólito	X	
4. Inspeção dimensional	X	X
5. Ensaio de estanqueidade	X	X
6. Capacidade, em ampère-hora nas condições nominais	X	X
7. Aptidão à flutuação/reserva de eletrólito	X	X
8. Capacidade, em ampère-hora, para regime diferente do normal	X	X
9. Queda de tensão nas interligações	X	X
10. Retenção de carga (autodescarga)	X	X
11. Durabilidade a ciclos de descarga	X	X
12. Resistência interna e corrente de curto circuito	X	
13. Durabilidade a sobrecarga com tensão de flutuação e temperatura elevadas	X	
14. Análise físico-química dos materiais	X	X
15. Eficiência de recarga		X
16. Identificação dos materiais poliméricos		X
17. Revelação de tensões residuais de moldagem dos vasos		X
18. Ensaio de inflamabilidade		X
19. Perda de capacidade após ensaio mecânico		X
20. Ensaio de ciclagem térmica		X

Tabela 6 Ensaios determinados pela ABNT-Fonte: NBR 14199 [3] e 14205 [5]

A norma divide os ensaios em: ensaios de tipo e ensaios de rotina, como descritos a seguir.

3.3.1 ENSAIOS DE TIPO

Os ensaios devem ser iniciados no máximo três meses após o fornecimento dos elementos pelo fabricante e são geralmente aplicados por laboratórios especializados em fornecer laudo sobre qualidade dos produtos, ou pelo laboratório do próprio fabricante para seu controle de qualidade e quando é feito o comissionamento na fábrica . Os ensaios de tipo englobam os ensaios de rotina.

3.3.2 ENSAIOS DE ROTINA

Estes são realizados pela equipe de manutenção, geralmente no local onde se encontra o banco, pois são ensaios voltados a verificar o estado funcional do equipamento após a instalação, durante toda vida útil do equipamento.

Normalmente estes ensaios têm a finalidade de manter condições de garantia, e embora obedeçam a NBR, costumam ter pequenas variações que podem ser devidas a:

- Manter condições de comparação com ensaios anteriores à vigência da norma.
- Possibilitar melhor avaliação do equipamento devido a variações construtivas pelo avanço tecnológico na construção de equipamentos novos.
- Buscar causas de anomalias observadas durante o funcionamento.
- Exigência do fabricante para cobrir a garantia.
- Experiência do usuário, em acordo com o fabricante em constatar que a periodicidade dos ensaios pode ser alterada devido à confiabilidade adquirida durante os anos que a empresa avalia seus equipamentos.

  Os ensaios de rotina são os de números 1,4,5 e 6 da tabela 6.

Para realização dos ensaios e testes serão necessários os equipamentos abaixo relacionados:

- Multímetro digital;
- Torquímetro;
- Densímetro;
- Termômetro;
- Caixa de resistores;
- Resistor em Paralelo.

3.3.2.1 ENSAIOS DE CAPACIDADE DE DESCARGA (ECD)

Utilizamos como referência a norma COPEL-LACTEC, que segue a NBR e agrega a experiência teórica e prática da companhia, avalizada pela sua equipe de técnicos e pesquisadores com grande conhecimento e varias publicações na área, além de uma base de dados acumulada de vários anos.

CONDIÇÕES INICIAIS

a) Carga de equalização

Carga aplicada à bateria visando a equalização da tensão e densidade de todos os elementos na condição de plena carga [2].

Esta deve ser aplicada no mínimo de 3 dias e no máximo de 7 dias antes do ensaio de capacidade [17].

b) Tempo de repouso em circuito aberto

> "Após submeter a bateria à carga de equalização, deixá-la em repouso e em circuito aberto por um período de repouso mínimo de quatro horas e máximo de 24 horas" [3].

c) Regime de descarga

> "Condição de descarga de um acumulador, definido por uma corrente necessária para que seja atingida a tensão final de descarga, em tempo e condições especificados[2].

Considerar para realização do ensaio, regime de descarga de cinco ou dez horas.

d) Corrente de descarga

Corrente fornecida pelo acumulador quando ele está em descarga [2]. O valor da corrente de descarga, em ampères, deverá ser numericamente igual ao valor fornecido pelo fabricante.

e) Tensão Final de Descarga de Bateria

Tensão na qual se considera o elemento tecnicamente descarregado para um determinado regime de descarga [2].

A tensão final de descarga da bateria deverá ser igual a tensão média final de descarga por elemento (1,75 V) multiplicado pelo número de elementos.

f) Temperatura Ambiente

No transcorrer dos ensaios, deverá estar compreendida entre 15 e 35ºC.

g) Temperatura do Eletrólito

Durante o processo de descarga, deverá estar compreendia entre 15 e 35ºC, e a diferença de temperatura entre os elementos não deve ser maior que 3ºC.

h) Densidade do Eletrólito

A densidade do eletrólito no instante inicial da descarga deve estar compreendida entre os valores nominais especificados pelo fabricante, referida a 25ºC.

i) Ligações dos Elementos

Verificar todas as ligações dos elementos, certificando-se de que estejam limpas, firmes e livres de oxidação.

Durante a descarga as ligações devem ser monitoradas quanto ao aquecimento excessivo, através da utilização de um termômetro de contato.

PROCEDIMENTOS

a) Desconectar a bateria do sistema deixando-a em circuito aberto.

b) Antes de iniciar o ensaio e com a bateria em circuito aberto, devem ser registrados:

- tensão de todos os elementos;
- densidade do eletrólito de todos os elementos;
- temperatura do eletrólito de todos os elementos.

Conectar a bateria à caixa de resistores, ajustando para o valor da corrente de descarga mantida constante e monitorada durante todo o ensaio.

Durante o processo de descarga, inspecionar as ligações entre elementos quanto ao aquecimento excessivo.

Iniciar a contagem do tempo registrando o instante inicial da descarga.

c) Decorridos quinze minutos, efetuar as leituras e registrar:

- tensão da bateria;
- tensão de todos os elementos.

d) De hora em hora, contados a partir do início de descarga, ler e registrar:

- tensão da bateria;
- tensão de todos os elementos;
- manter monitorada a tensão da bateria até atingir 1,90 x n° de elementos.

e) De trinta em trinta minutos contados a partir do instante em que a tensão da bateria atingiu 1,90 x n° de elementos, efetuar a leitura e registro de:

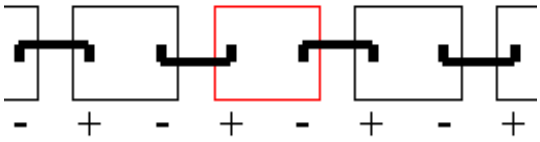
- tensão da bateria;
- tensão de todos os elementos;
- manter monitorada a tensão da bateria, até atingir 1,85 x n° de elementos.

f) De quinze em quinze minutos, contados a partir do instante em que a tensão da bateria atingir 1,85 x n º de elementos até o instante final de descarga, efetuar a leitura e registro de:

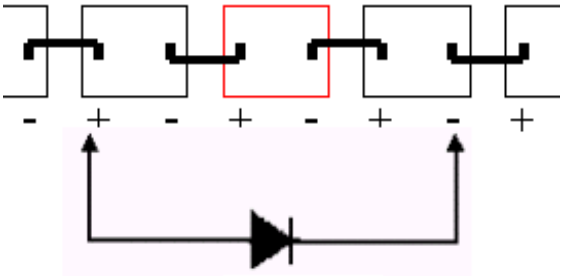
- tensão da bateria;
- tensão de todos os elementos;
- manter monitorada a tensão da bateria até atingir 1,75 x nº de elementos que define o instante final de descarga.

Se algum elemento atingir a tensão de 1,75 V, mas a tensão da bateria não tiver alcançado o valor final de descarga, prosseguir o ensaio retirando o elemento defeituoso através de uma pone em curto-circuito com o diodo, efetuado afastado do elemento, a fim de evitar a formação de faíscas próximas do mesmo. O novo valor da tensão final de descarga deverá ser determinado em função do número de elementos restantes. O procedimento deve ser realizado da seguinte forma:

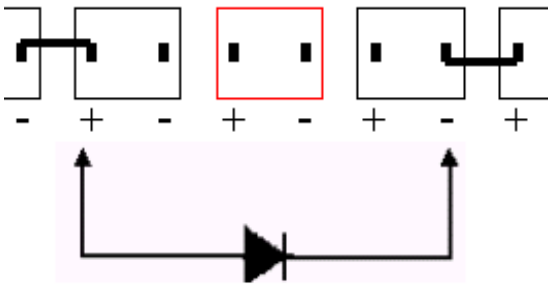
1) Identificar o elemento com tensão igual a 1,75V ou menos



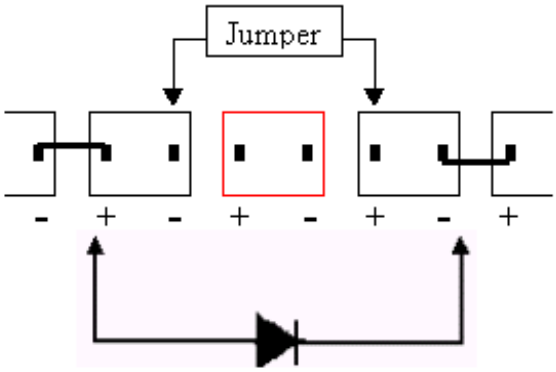
2) colocar o diodo conforme esquema abaixo



3) retirar o elemento descarregado



4) instalar a ponte (jumper) no lugar do elemento descarregado



5) retirar o diodo deixando a ponte no local

As conexões devem ser realizadas com cabos compridos o suficiente para que a distância seja segura, pois no momento da conexão existe a formação de uma pequena faísca que pode ocasionar acidentes. Os cabos da ponte devem ser constituídos de duas partes, assim como os que irão receber o diodo. Primeiro é conectado uma parte em cada pólo, e então é feita a conexão longe dos elementos.

Este procedimento é adotado até que 10% dos elementos atinjam a tensão de corte. A partir deste ponto o ensaio deve ser considerado como concluído. Exemplo: para uma bateria de 60 elementos, retirar no máximo 06.

g) No instante final de descarga, efetuar a leitura e registro de:

- tensão de todos os elementos;
- densidade do eletrólito de todos os elementos; e
- temperatura do eletrólito de todos os elementos.

h) Concluído o ensaio, conectar a bateria ao sistema e aplicar carga de equalização.

O ensaio de capacidade em baterias é realizado após o 1° ano de sua instalação e na seqüência durante a manutenção quadrienal. Fica a critério da área responsável pelo recebimento da bateria, a realização do ensaio de capacidade de descarga, visto que esse ensaio é executado por ocasião da recepção em fábrica e que a bateria só é liberada da fábrica para envio ao consumidor, após ter sido aprovada no ensaio elétrico, na análise do eletrólito e na inspeção das estantes, acessórios e sobressalentes. Recomenda-se, que esse ensaio seja programado e realizado antes do vencimento da garantia total dada pelo fabricante, ou seja, antes do prazo constante no certificado de garantia.

3.3.2.2 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

Neste ensaio é injetado ar ou nitrogênio sob pressão no interior do vaso e verificado, através de um manômetro, se há queda de pressão indicando vazamento nas junções pólo/tampa ou tampa/vaso.

3.3.2.3 ENSAIO DE DURABILIDADE

"Este ensaio visa determinar quantos ciclos de carga e descarga nas condições de ensaio o acumulador pode suportar" (6). Os procedimentos iniciais são os mesmos do ECD

"Os elementos devem ser conectados a um dispositivo automático, onde serão submetidos a uma série de contínua de ciclos de aproximadamente 24 horas" (6).

Após cada série de 50 ciclos, os elementos devem ser submetidos a um ECD, se a capacidade for acima de 80% proceder nova série de 50 ciclos. O número mínimo de ciclos é especificado pelo fabricante mas não deve ser inferior a 200. O ensaio é encerrado quando é atingido o número mínimo de ciclos especificado pelo fabricante ou quando a capacidade medida for inferior a 80%.

3.3.2.5 ENSAIO DE DURABILIDADE FRENTE A SOBRECARGA COM TENSÃO DE FLUTUAÇÃO E TEMPERATURA ELEVADA

Como o próprio nome indica, este ensaio mede a reação do acumulador a situações adversas e como estas podem afetar sua vida útil.

Os elementos devem sofrer o tratamento prévio dedicado ao ECD, após são colocados em um banho termostatizado que mantenha seu eletrólito na temperatura de (40 $\pm$ 2)ºC. Os elementos ficam em carga durante três meses, após são desconectados do carregador e espera-se sua temperatura estabilizar e

realiza-se o ECD. Maiores detalhes deste ensaio são prescritos na norma. Cabe destacar que o número mínimo de períodos deve ser especificado pelo fabricante, mas não deve ser menor que três períodos de três meses.

3.3.2.6 ENSAIO DE APTIDÃO À FLUTUAÇÃO E DE RESERVA DE ELETRÓLITO

"Este ensaio avalia o comportamento dos acumuladores que operam em regime de flutuação quanto ao consumo de água, estado de equalização (tensão e densidade) e capacidade".(6)

Os elementos devem estar nas condições iniciais prescritas para o ECD. O banco é mantido em carga de equalização durante três meses. Verificar junto ao manual do fabricante ou norma os valores e as variações admissíveis de tensão, corrente e temperatura. No final do trimestre realizar o ECD para verificar se houve variação.

3.3.2.7 ENSAIO DE RETENÇÃO DE CARGA

"Neste ensaio pretende-se avaliar a autodescarga dos elementos após determinado período em circuito aberto".(6)

As condições iniciais são as mesmas do ECD, observando-se neste caso maior cuidado quanto à limpeza e presença de umidade na superfície dos elementos, para evitar que qualquer agente externo venha facilitar as reações, que não seja a sua própria característica de autodescarga. Os elementos são

armazenados durante três meses em circuito aberto em local limpo e seco, com temperatura ambiente controlada. Antes de armazenar os elementos, executar o ECD para determinar a capacidade nominal ($\mathbf{C_{in}}$).

Passados os três meses é realizado um novo ECD, do qual se obtém o valor da capacidade final ($\mathbf{C_f}$). O valor de R não deve ser inferior a 82%.

A retenção de carga será calculada pela equação:

$$\mathbf{R = \frac{Cin}{Cf} \bullet 100\%} \qquad \mathbf{(9)}$$

3.3.2.8 ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA INTERNA E DA CORRENTE DE CURTO CIRCUITO

Este ensaio visa determinar a resistência interna e a corrente de curto circuito para o dimensionamento dos dispositivos de proteção em instalações elétricas, não tendo caráter reprovatório [6].

A norma especifica como traçar o gráfico para a obtenção da corrente de curto circuito e sua respectiva equação, assim como deduzir a equação do cálculo da resistência interna. A exatidão obtida neste ensaio para o cálculo da resistência interna é de 10%.

Existem muitas tentativas de melhorar este método de análise hoje em dia, várias teses acadêmicas inclusive, por enquanto não passam de métodos empíricos com resultados práticos ainda não adotados, devido ao comportamento não linear do ácido sulfúrico na medida em que o elemento se descarrega. Isto faz com que a faixa do espectro, do gráfico do comportamento do ácido sulfúrico,

abrangido pelo ensaio fique muito restrita, ou seja, o ensaio só é válido para muito pequenas variações na densidade do eletrólito.

3.3.2.9 QUEDA DE TENSÃO NAS INTERLIGAÇÕES

"Este ensaio visa avaliar o dimensionamento e a queda tensão entre elementos adjacentes da mesma fila e entre filas da mesma estante".(6)

3.3.2.10 ANÁLISE QUÍMICA DO ELETRÓLITO

A análise química do eletrólito tem por objetivo a determinação das substâncias e elementos químicos nele contidos, de modo a verificar as características especificadas na NBR14197[4]. Nesta norma consta a tabela com índices permitidos e quais impurezas são admissíveis na composição do eletrólito e na composição do ácido sulfúrico concentrado.

Todas as medidas da densidade do eletrólito, em todos ensaios para os quais for indicada, devem se realizadas com densímetros calibrados.

Densímetros utilizados na medição do eletrólito chumbo-cálcio não devem ser utilizados em elementos do tipo chumbo-antimônio e vice versa.

Se o densímetro não possuir dispositivo de compensação para as leituras das densidades, estas devem ser corrigidas à temperatura ambiente, pela equação:

$$\mathbf{D_{25} = D_T + 0{,}0007(T\text{-}25^{o}C)} \qquad \mathbf{(10)}$$

D_{25} é a densidade com o eletrólito a 25ºC, em gramas por centímetro cúbico.

D_T é a densidade com o eletrólito a TºC, em gramas por centímetro cúbico.

T é a temperatura do eletrólito.

3.3.2.11 ANÁLISE QUÍMICA DAS LIGAS METÁLICAS

O laboratório deve ser escolhido em comum acordo com o fabricante; métodos analíticos compatíveis com a exatidão e precisão necessária à determinação dos elementos químicos nas ligas devem ser estabelecidos previamente.

A análise química das ligas metálicas tem por objetivo verificar a composição dos pólos, barras coletoras, grades e buchas, de modo a atender as especificações contidas na NBR14197 [4] e NBR 6179.

3.3.2.12 ANÁLISE QUÍMICA DOS MATERIAIS PLÁSTICOS.

Este serve para verificar os componentes poliméricos dos materiais constituintes do vaso, tampas, separadores, envelopes, calços laterais, válvulas e do selante, de modo a atender as especificações da NBR14197 [4].

Devem ser coletadas amostras de cada um dos elementos citados e processá-las de acordo com o método mais adequado para a preparação do ensaio. Os métodos podem ser : solubilização, pirólise ou extração.

Deve ser empregado o método analítico compatível em nível de resolução e ausente de interferências, por exemplo: espectrofotometria de absorção no infravermelho, para identificação dos materiais poliméricos.

3.3.2.13 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ÁCIDO DE MATERIAIS CONSTITUÍDOS DE BORRACHA E PLÁSTICO

Esta determinação visa avaliar a alteração em massa dos componentes constituídos de borracha ou plástico. O corpo de prova tem sua massa medida e após é imerso em uma solução de eletrólito; após um tempo determinado tem sua massa medida novamente. A alteração percentual de massa é o índice de avaliação da qualidade do material.

3.3.2.14 REVELAÇÃO DE TENSÕES RESIDUAIS DE MOLDAGEM DO VASO

A maioria dos vasos é moldada em SAN, e podem conter tensões residuais de moldagem.

Para o ensaio mergulha-se este (e após retira-se enxugando o excesso) em uma solução que tem a propriedade de revelar fissuras ou microtrincas no vaso.

3.4 MANUTENÇÃO

Os serviços de manutenção executados nos acumuladores de uma bateria destinam-se a assegurar a permanente disponibilidade desta fonte de energia, melhor desempenho e o máximo de vida útil. Deverão ser executadas conforme as normas fixadas no manual de manutenção.

3.4.1 MANUTENÇÃO MENSAL

Abaixo temos relacionados os principais itens a serem observados durante a realização da manutenção mensal:

a) Medida da tensão de flutuação de todos os elementos.

b) Medida da densidade do eletrólito de todos os elementos, utilizando uma seringa densimétrica ou densímetro digital.

c) Medida do nível do eletrólito de todos os elementos.

d) Medida da temperatura do eletrólito de todos os elementos, tomada por meio de um termômetro a álcool.

e) Tensão de flutuação da bateria, obtida no voltímetro instalado no retificador ou nos terminais positivo e negativo dos elementos 01 e 60 da bateria.

f) Corrente de flutuação do retificador, obtida por leitura do amperímetro instalado no retificador.

g) Tensão do consumidor, obtida por leitura do voltímetro consumidor instalado no retificador.

h) Corrente do consumidor, obtida por leitura do amperímetro do consumidor instalado no retificador.

i) Inspeção visual, inspecionando os elementos da bateria e observando: limpeza externa dos vasos, apertos das barras de interligação, oxidação dos bornes, pintura dos vasos, aquecimento dos terminais, limpeza e pintura da estante, desprendimento de gases em flutuação, desprendimento de gases com retificador desligado, estado geométrico tricas nos vasos, estado das válvulas, se o conjunto de placas está sem

deformações ou afastamentos exagerados entre placas ou se estas estão bem apoiados nos pontos previstos. Verificar se os separadores não apresentam quebras, trincas, deformações ou colocação errada. O excesso de sedimentação e ausência de corpos estranhos e se as bolsas das placas positivas não estão estufados com indício de vazamento de material ativo também devem ser observados.

j) Anotar todos os valores e observações necessárias no formulário adequado.

3.4.2 MANUTENÇÃO ANUAL

Na manutenção anual, deverão ser executados os mesmos serviços relacionados para a manutenção mensal e observados os mesmos procedimentos. Também deverão ser executados todos os reparos necessários que foram observados na inspeção visual.

3.4.3 MANUTENÇÃO QUADRIENAL:

Na manutenção quadrienal, deverão ser executados os mesmos serviços relacionados para a manutenção anual e observados os mesmos procedimentos. Além desses, deverá ser realizado o ensaio de capacidade de descarga.

3.5 CONDIÇÕES ANORMAIS E DEFEITOS

Em condições normais de funcionamento, constatadas através dos ensaios, medições, verificações e inspeções, deve-se prontamente investigar a causa provável e aplicar os procedimentos recomendados para restabelecer a bateria às condições normais especificadas.

De modo a servir de orientação para essa investigação, verificar o “ANEXO I – Condições anormais em baterias ácidas – Causas prováveis e procedimentos recomendados”.

Se por quaisquer circunstâncias os procedimentos recomendados não forem aplicados em tempo hábil, as condições de uso da bateria tendem a se agravar a ponto de causar prejuízo ou término da habilidade em desempenhar suas funções, podendo impossibilitar sua restauração às condições especificadas.

Podemos verificar no “ANEXO II – Principais defeitos em baterias ácidas – Causas prováveis e procedimentos recomendados”, orientações para identificar as causas prováveis do defeito e procedimentos recomendados para normalizar a situação.

3.6 SEGURANÇA – CUIDADOS PESSOAIS

No item de segurança e cuidados pessoais os principais cuidados a serem tomados quando da manipulação de ácido, bem como uma relação dos equipamentos de segurança indispensável para a realização das tarefas é listada a seguir:

a) Equipamentos de segurança:

- Luva de borracha de cano longo;
- Avental de PVC ou Trevira;
- Óculos contra respingos de produtos químicos e aerodispensóides;
- Bota de borracha de cano longo.

b) Segurança e cuidados especiais:

- O eletrólito das baterias ácidas é corrosivo (ácido sulfúrico);
- Quando do manuseio do mesmo, deve-se usar luvas de borracha, óculos de segurança, avental e bota de borracha sendo que a calça deve estar sobre o cano da bota;
- Quando vazar ou derramar eletrólito no chão, neutralizá-lo com solução de bicarbonato de sódio, lavando posteriormente, com água. A solução deverá ser preparada com 100 gramas de bicarbonato de sódio para 1 litro de água;
- Manter a sala bem ventilada;
- Nunca utilizar objetos incandescentes nem secionar dispositivos que possam formar arcos elétricos, porque os gases produzidos durante a carga da bateria ácida são explosivos;
- Nunca utilizar densímetros, flutuadores, termômetros ou qualquer outro instrumento anteriormente usado para manutenção em baterias

alcalinas ou ácidas, com placas constituídas de ligas metálicas diferentes, a fim de evitar contaminação química das baterias;

- Nunca movimentar os elementos pelos seus pólos ou ligações;
- Não ligar ou desligar os terminais da bateria sem antes retirar sua alimentação;
- Nunca utilizar aditivos de qualquer espécie ou finalidade na bateria;
- Na preparação do eletrólito ácido, nunca despejar água no ácido sulfúrico - fazer sempre o inverso e lentamente;
- Usar somente utensílios de plástico apropriado na preparação, transporte ou armazenamento do eletrólito;
- As chaves e ferramentas utilizadas devem ser dotadas de cabos isolados, nunca devendo ser colocadas sobre a tampa dos elementos;

c) Primeiros socorros

- Caso o ácido respingue na roupa ou no corpo, o respingo deve ser imediatamente neutralizado com uma solução de bicarbonato de sódio e, então, lavado com água em abundância. Se o material for ingerido, não ministrar nada à vítima; transportá-la, imediatamente, para o serviço médico;
- Caso o ácido espirre nos olhos, borrife-os com grandes quantidades de água e, logo após, transporte a vítima para o serviço médico;
- Após a inspeção de uma bateria ácida, deve-se lavar bem as mãos. O eletrólito derramado deve ser neutralizado com bicarbonato de sódio na

proporção de 10 (dez) partes de água por 1 (uma) de bicarbonato de sódio.

3.7 SALA DE RECARGA DE BATERIAS.

Outro fator a ser considerado numa sala de recarga de baterias é a ventilação, segue abaixo os requisitos de ventilação necessários para uma sala de recarga em uma hora para baterias reguladas à válvula.

Um elemento chumbo ácido, quando em carga decompõe 0,34g de água para cada 1A de corrente de carga, produzindo 0,42 litros de gás hidrogênio, Este volume deve ser diluído com 11 litros de ar para perder sua propriedade explosiva, devendo-se ainda considerar um fator de segurança de 5 vezes. Assim considera-se a sala de baterias suficientemente ventilada se existir a troca do seguinte volume de ar por hora.

Cálculo:

$$\mathbf{Q = v.q.s.n.l} \qquad \mathbf{(11)}$$

Sendo :

Q = Volume de ar em litros, a ser trocado por hora.

v = fator de diluição $\mathbf{V = \frac{100\%}{3{,}8\%} = 26{,}3}$ (relação ar / hidrogênio sujeita a explosão)

q = 0,42 (volume de hidrogênio em litros produzido por ampére/elemento / hora a 0ºC e 760 mm coluna de mercúrio).

s = fator de segurança, para instalações em terra = 5

n = número de elementos da bateria x n° de baterias.

I = Corrente em Ampères, que causa a produção de hidrogênio (esta corrente é a final do 1° estágio da carga e pode ser considerada como 15 A por 100 Ah de capacidade nominal C8)

Exemplo :

Considerando-se 10 baterias de 24 volts tipo 11 SP 760 (760 Ah C8) em carga, a corrente final de recarga será de 114 A.

Teremos então :

v = 26,3

q = 0,42 I

s = 5

n = 10 . 12 = 120 elementos

I = 114 A

Q = 26,3 . 0,42 . 5 . 120 . 114 = 755,5 m^3

Sabendo a vazão do exaustor é possível saber o tempo de funcionamento mínimo para que seja possível acessar a sala com garantia de que o ambiente está com uma concentração aceitável de gás. Neste caso, necessariamente deve haver a troca de no mínimo 755,5 m^3 de ar por hora da sala de baterias.

No desenho abaixo podemos observar características de uma sala de carga para baterias tracionárias. Os itens necessários são os mesmos para qualquer tipo de bateria, cabendo destacar que:

a) O interruptor da iluminação deve ser localizado no lado externo, assim como o interruptor do exaustor, para evitar faíscas no interior da sala.

b) A porta deve ser com abertura para o lado externo, para em caso de emergência ser facilitada a saída com rapidez do local.

c) As luminárias instaladas no local devem ser do tipo anti-explosão, ou seja blindadas.

d) Os resíduos líquidos da manutenção devem ser captados para futura neutralização, antes de serem despejados.

e) A ventilação deve ser feita preferencialmente de forma que o ar seja insuflado para dentro da sala, pois da maneira mais usual, quando aspiramos o ar, estamos aspirando junto poeira que se deposita sobre os elementos.

f) O motor do exaustor deve ser do tipo que não produza faiscamento durante o funcionamento para evitar incêndio dos gases localizados no interior da sala.

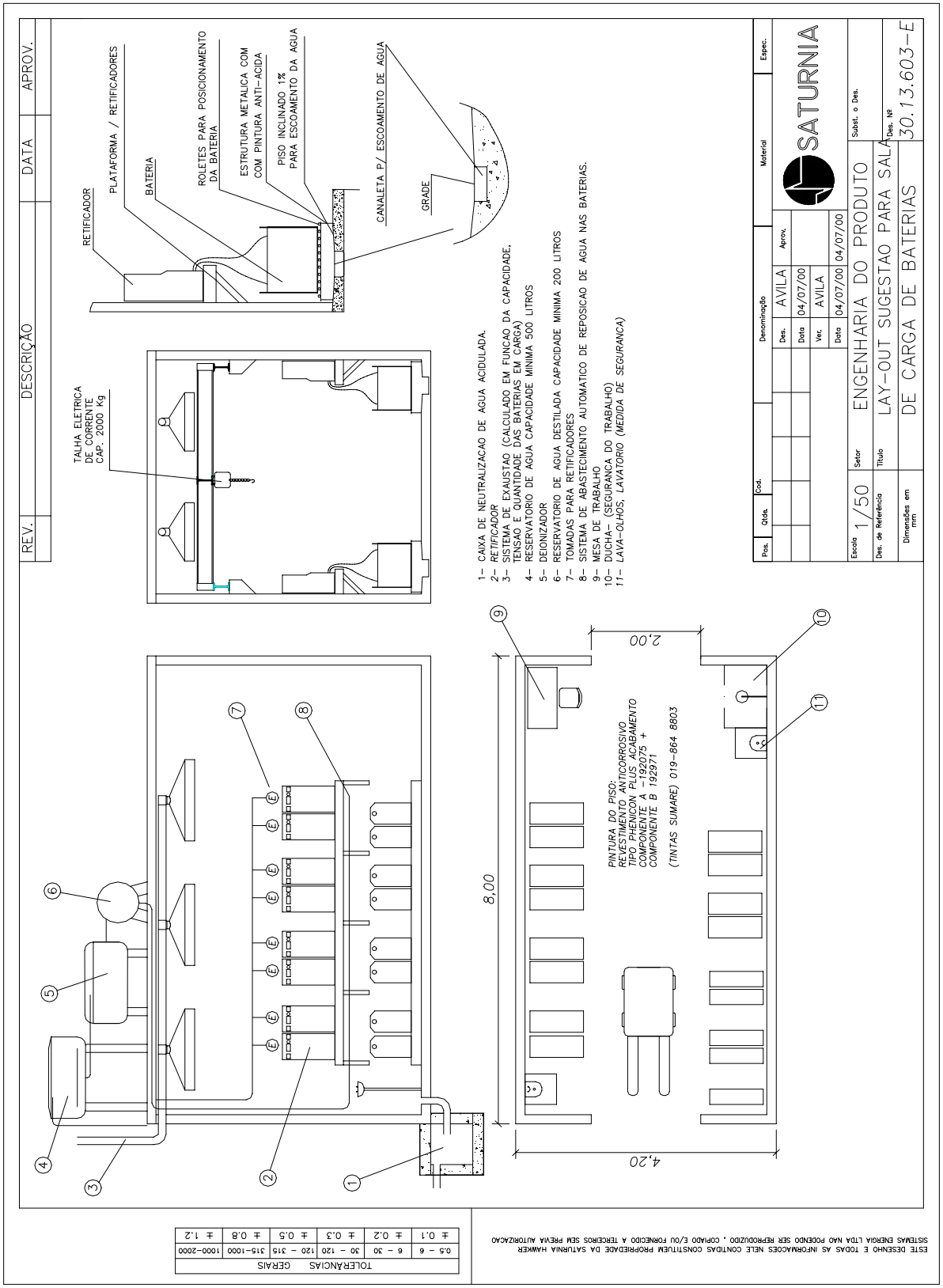


Figura 12 Arranjo típico de uma sala de carga Fonte [33]

3.8 RETIFICADORES

Em sistemas de energia, denomina-se unidade retificadora (UR) ou simplesmente retificador, o equipamento que, recebe tensão CA de entrada e a transforma em tensão CC na saída, após retificação e filtragem conveniente [45].

Nos sistemas de energia para equipamentos de controle e de telecomunicações, a saída do retificador é altamente estabilizada em tensão (com ondulação desprezível) com relação às variações de tensão de entrada e/ou do consumidor; além disso, apresenta características de limitação de corrente. Estas possibilidades de atuação como fonte de tensão e corrente constante são ilustradas na figura abaixo:

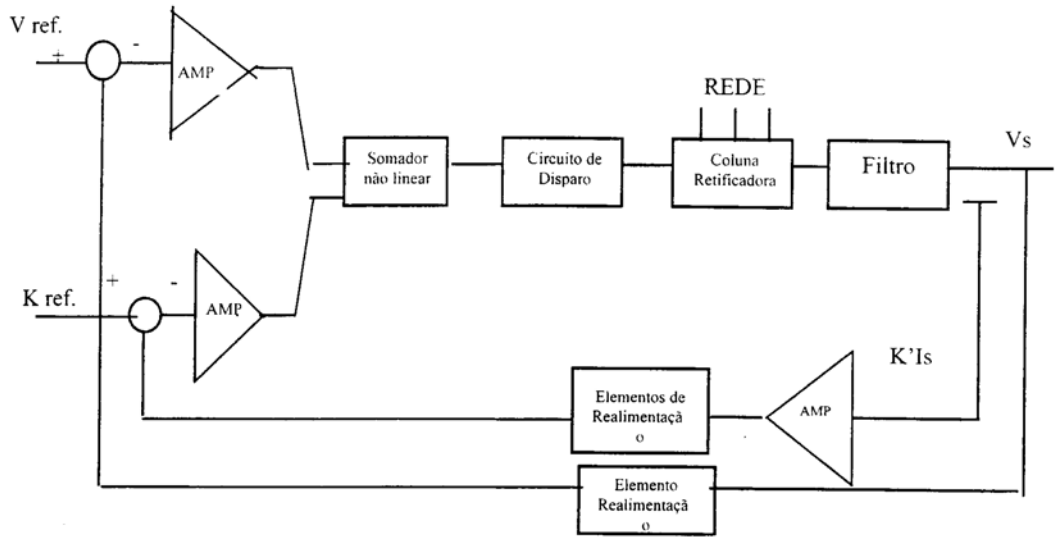


Figura 13 Princípio de Funcionamento do Retificador Fonte [42]

O princípio utilizado para a estabilização da tensão e corrente de saída, fundamenta-se no controle do ângulo de condução dos tiristores (SCR's) da coluna retificadora.

O controle a SCR's é o método mais avançado tecnicamente para o controle de sistemas de energia, apresentando sua utilização inúmeras vantagens, dentre as quais citamos algumas de maior relevância:

- Elevada eficiência;
- Excelentes características de controle (exatidão, rapidez e estabilidade);
- Maior compacidade nos equipamentos;
- Podem suportar temperaturas elevadas, sem degradação de características.

Os SCR's assumem o estado de condução por ocasião de pulsos de tensão aplicados ao seu eletrodo de disparo no gatilho . Variando-se o ângulo de tensão de disparo (θ) dos referidos pulsos, altera-se o ângulo de condução dos SCR's, o que permite, controlar a tensão média retificada.

A tensão de saída do retificador corresponde ao valor médio da tensão retificada, obtida na saída da coluna retificadora.

A regulação da tensão e corrente de saída é obtida por um sistema de malha fechada ("closed-loop"), com dupla cadeia de realimentação.

3.8.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Devem ser atendidos os seguintes valores nominais de tensão de entrada:

- Retificador monofásico (potência nominal de até 5670W, inclusive): 220V ou 127V.
- Retificador trifásico (potência nominal igual ou superior a 2880W): 220V ou 380V.

O retificador deve operar, em regime contínuo, com variação de até +- 15% da tensão de entrada, mantendo inalteradas todas as características. Não deve se danificar quando submetido às seguintes variações:

- Tensão alternada de alimentação até pelo menos 30% abaixo da tensão nominal;
- Tensão alternada de alimentação até pelo menos 20% acima da tensão nominal, com até uma hora de duração.

A freqüência deve ser de 60Hz +-5%, em regime contínuo, admitindo uma variação de até 20% durante 500ms.[15]

Com relação à interferência eletromagnética, o retificador não deve emitir perturbações que excedam os seguintes limites, medidos conforme recomendações do documento CISPR-22 (Limits and Methods of Radio Disturbance Characteristics of Information Technology Equipament)[26], sob quaisquer condições de trabalho:

a)Limites para perturbações conduzidas, emitidas nos terminais de alimentação CA do retificador:

Faixa de Freqüência (MHz)	Limites dB(μV)	
	Quasi-Peak	Médio
0,15 a 50	79	66
0,5 a 50	73	60

Tabela 7 Limites para Perturbações Conduzidas Fonte: Telebrás [45]

b)Limites para perturbações irradiadas à distância de 10m:

Faixa de Freqüência (MHz)	Limites Quasi-Peak dB(μV/m)
30 a 230	40
230 a 1000	47

Tabela 8 Limites para perturbações radiadas Fonte:Telebrás [45]

No que diz respeito à distorção harmônica total de corrente (thd) – o retificador não deve provocar na corrente de entrada superior ao especificado na tabela a seguir, para qualquer condição de saída, considerando uma distorção máxima na tensão da rede de 2% e impedância de rede máxima de 1% (corrente de curto circuito igual a 100 vezes a corrente nominal de entrada do retificador).

Retificador Tipo 4 (Unidade Retificadora Chaveada em Alta Freqüência que utiliza sistema de ventilação natural)	Retificador Tipo 3 ≥ 576W (Unidade Retificadora Chaveada em Alta Freqüência que utiliza sistema de ventilação forçada)
15%	15%

Tabela 9 Limite para Distorção Harmômica Fonte: Telebrás [45]

Para o Fator de Potência, devem ser atendidos os valores a seguir:

Retificador Tipo 3 ≥ 576W	Retificador Tipo 4
≥ 0,92	≥ 0,97

Tabela 10 Fator de Potência Fonte: Telebrás [45]

As faixas de ajuste garantidas da tensão de saída e a tensão de ajuste de referência , para os retificadores , devem atender os seguintes valores:

- 24V (positivo ou negativo aterrado);
- 48V (positivo aterrado).

	Faixa de Ajustes (Volts)				Ajuste de Referência (Volts)	
Tensão Nominal	Flutuação		Carga		Flutuação	Carga
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima		
24V	23,0	28,0	26,0	29,5	26,4	28,8
48V	45,0	56,0	48,0	59,0	52,8	57,6
125V	120,0	130,0	125,0	127,0	132	144

Tabela 11 Faixas de Ajustes de Tensão Fonte: Telebrás [45]

Algumas observações devem ser relatadas, como:

1) Os ajustes de referência são valores padronizados para a realização de ensaios de características elétricas no equipamento;

2) As faixas de ajustes garantidas estão definidas, considerando variações dos valores de ajustes ideais das tensões de flutuação e de carga normal

recomendadas pelos fabricantes de baterias, em função das condições ambientais e das características próprias de dos cada bateria;

3) Os valores de ajuste em campo devem ser determinados em função do tipo de bateria (ácida ventilada ou regulada por válvula) e das tensões de flutuação e carga recomendadas pelo fabricante de bateria;

4) Todos os ajustem devem ser independentes entre si;

5) Tolerância adicional no ajuste de tensão: para cada condição de ajuste referida no item anterior, é admitida uma tolerância de +-10% em relação ao limite superior de ajuste garantido de faixa de tensão, e de 10% em relação ao limite inferior.

Na regulação de tensão, para variações máximas de rede (+- 15%) e de carga (5 a 100% do valor nominal), considerando os piores casos, inclusive temperatura ambiente na sala variando de 0º a 45ºC e umidade de até 95% e variação de freqüência de +-5%.

Para a regulação dinâmica de tensão (< 150ms), o tempo em que o desvio da tensão de saída ultrapassa 1% do valor correspondente à situação estática, para variações bruscas de carga entre 50 e 100% e de 100 a 50% do valor nominal ou degrau de tensão de entrada é de 5% medido em condições de carga resistiva sem bateria em paralelo [45].

A resposta dinâmica de tensão de saída (tempo decorrido após a aplicação de um degrau de corrente na saída, para que a tensão não apresente valores fora da faixa determinada para a regulação estática de tensão de saída), deve ser menor ou igual a 25ms. O desvio máximo da tensão de saída, durante o transitório, deve estar compreendido entre +-8% do valor ajustado para a tensão

de saída. O degrau de 50% da corrente nominal, através de carga resistiva, de tal forma que os valores inicial e final estejam compreendidos entre 10% e 100% da corrente nominal de saída de uma unidade retificadora, sem bateria em paralelo com a mesma [45].

A regulação estática da corrente não deve variar mais que 10%, considerando a tensão de saída variando desde o início da limitação até uma tensão correspondente, a pelo menos, o final de descarga da bateria (número de elementos da bateria X 1,75V). Na variação permissível de 10%, não são admissíveis valores inferiores ao correspondente ao início da limitação, ou ocorrência de oscilações que possam representar instabilidade no sistema.

A tensão de ondulação ”Ripple” máxima de saída dever ser menor que 2% do valor eficaz da tensão com a bateria conectada.

O rendimento, considerando tensão de saída na condição de carga, deve atender os valores abaixo:

Tensão Nominal (Volts)	Rendimento (%)	
	Corrente de saída < 25A	Corrente de saída >=25A
24	80	82
48	85	87
125	85	87

Tabela 12 Rendimento Fonte: Telebrás [45]

Nas dissipações internas máximas, computáveis nos valores de rendimentos anteriores, estão incluídos os consumos de todos os circuitos e subsistemas do equipamento, e eventual corrente de “bleeder” para estabilização a vazio.

A limitação de corrente de saída é ajustada para 100% de In (ajustável de 10 a 110% de In). Esses valores, referem-se ao início da limitação, que deve ser atendido como o valor da corrente de saída, na qual a tensão correspondente atinge o valor mínimo da faixa específica para a regulação estática. O início da limitação de corrente deve ser entendido como o valor da corrente de saída no qual a tensão correspondente atinge o valor mínimo da faixa especificada para regulação estática de tensão. É imprescindível que o retificador ofereça condições para execução de todos os testes elétricos, nas condições nominais de corrente de saída. A Corrente de surto na entrada da unidade (“Inrush”), no instante de ligamento, deve ser limitada a duas vezes a corrente nominal de entrada. Para o tipo 3 até 1440W, esta corrente deve ser limitada a cinco vezes, tendo como parâmetro o valor de duas vezes a corrente nominal de entrada.

No caso da regulação da limitação de corrente, para um valor ajustável, a corrente nominal não varia em mais do que 10% da nominal, para tensão de saída, variando desde o início da limitação, até uma tensão correspondente a Nx0,5V / elemento de bateria alcalina e Nx1,00V / elemento de bataria chumbo-ácida (com N = número de elementos de Baterias). A imunidade a descargas eletrostáticas (ESD) deve ter as seguintes características:

Níveis Especificados		Característica de Desempenho
Descarga pelo Ar	Descarga por Contato	
8kV	6Kv	Desempenho normal do equipamento.
15kV	8kV	Desempenho anormal sem danos, com recuperação automática após desaparecimento da perturbação.

Tabela 13 Imunidade a descargas eletrostáticas Fonte: Telebrás [45]

A resistência de isolamento é medida com megôhmetro com a aplicação de 500V entre as saídas negativas e positivas interligadas entre si e a massa.

A rigidez dielétrica é medida aplicando-se uma tensão de 1000V (CA) entre a saída e a massa, ou de 2000V (CA) entre a entrada e a massa, durante um minuto, não ocorrendo efeitos anormais [45].

A variação máxima admissível, dos valores ajustados, devida à temperatura, não deve exceder os valores a seguir, dentro das condições normais de operação do equipamento (temperatura de 0°C a 45°C e umidade relativa inferior a 95% sem condensação) em relação aos valores ajustados a 25°C:

a) Ajustes de tensão de saída / sensor de sobretensão intrínseca / outros sensores de tensão CC: +- 100mV;

b) Ajustes de eventuais sensores ligados à rede CA: coeficiente de variação de 0,05%/°C;

c) Ajustes de limitação de corrente de saída: coeficiente de variação de 0,01%/°C.

As chaves para os comandos manuais no retificador devem assim ser relacionadas:

- **Botão para Teste de Lâmpadas**

  Uma botoeira permite testar o funcionamento do LED de sinalização existente geralmente no painel frontal do equipamento;

- **Botão de Reposição**

  Permite repor a memória dos sensores;

- **Botão Desliga Alarme Sonoro**

  Permite desligar a campainha;

- **Chave de Entrada**

  Para ligar e desligar a unidade deve-se comutar uma chave;

- **Chave Automática / Flutuação / Carga**

  Possibilita atuar sobre a tensão de saída do retificador, para as seguintes condições: automático, flutuação e carga;

- **Chave Seletora da Tensão de Entrada**

  Permite se fazer a leitura da tensão entre as fases de CA;

- **Chave Seletora da Corrente de Entrada CA**

  Permite se fazer a leitura da corrente entre as três fases de CA;

- **Chave Seletora Voltímetro CC**

  Permite se fazer a leitura da tensão da bateria ou consumidor;

- **Chave Seletora Amperímetro CC**

  Permite se fazer a leitura da corrente de saída do retificador ou da bateria;

- **Chave Inibe Alarme Sonoro**

  Permite ativar ou desativar a campainha para emitir alarme devido a ocorrência de algum defeito.

Os comandos automáticos devem atuar no desligamento do retificador, com memorização, qualquer que seja sua condição de funcionamento, nos seguintes casos:

a) Avaria em qualquer dos semicondutores da coluna retificadora principal, ou mesmo um curto-circuito em qualquer trecho desta coluna imediatamente.

b) Interrupção no disparo de qualquer dos tiristores, com retardo da ordem de 0,5 segundo.

c) Queima de qualquer dos fusíveis da unidade imediatamente.

d) Falta de CA, com retardo de 0,5 segundo. O desligamento não é memorizado, sema perda da parametrização, se a falta ocorreu na alimentação geral ou seja, antes dos terminais de entrada do retificador.

e) Tensão CC alta na saída.

f) Tensão CA anormal na entrada.

g) Sobretensão intrínseca.

Uma atenção especial deve ser tomada para as proteções de um retificador, devido a sua importância para o sistema e seu elevado custo. Dentre os equipamentos de proteção necessários, pode-se destacar:

- **Disjuntor de proteção na entrada do retificador;**

São utilizados, geralmente, disjuntores termomagnéticos para baixas tensões, tripolares, com tensão máxima de 480Vca ou 600Vca, e corrente nominal de 10A até 150A, de acordo com a especificação [8].

- **Fusíveis para os circuitos em geral;**

Utilizados para que nenhum circuito receba alimentação direta, ou seja, sem passar pelo fusível, de fonte de baixa impedância. O retificador deve dispor de fusível em cada fase de entrada. Para o caso de retificadores monofásicos com alimentação em 220V, é desejável que sejam previstas facilidades para a sua utilização em redes com ou sem neutro, de forma a possibilitar que a proteção relativa ao condutor de uma das fases possa ser curto-circuitada para receber a conexão de condutor de neutro.

Os fusíveis do tipo NH – fusível ultra-rápidos são utilizados para proteção dos SCR's (semicondutores), geralmente denominados: Fusíveis de proteção de ponte.

Em proteções gerais são utilizados fusíveis de comando, do tipo cartucho, com efeito retardado.

- **Circuitos RC apropriados;**

Instalados na linha de saída e/ou entrada do transformador principal, como proteção aos semicondutores, contra transitórios que possam ocorrer na linha primária e os originados das comutações dos tiristores;

- **Dispositivos eletrônicos;**

Para que a corrente de saída suba de forma gradativa até o valor da limitação (máxima de 3s) sem ocorrência de sobretensão em relação à tensão regulada e valor de limitação de corrente, quando o retificador estiver, ou for ligado, mesmo com uma bateria completamente descarregada. Este dispositivo só atua quando necessário, não afetando, em condições normais, a velocidade de resposta do retificador em funcionamento;

- **Limitação de corrente para proteções eletrônicas contra sobrecarga;**

Trata-se de um circuito eletrônico que bloqueia imediatamente o disparo dos SCR's da coluna retificadora principal, protegendo assim, contra avarias, todos os semicondutores desta coluna, nos casos de curto-circuito na saída e na própria coluna retificadora. Este bloqueio deve ser seguido de imediato desligamento da unidade, para completar a proteção. A corrente de saída deve subir, no tempo máximo de 10s, de forma gradativa até o valor da limitação de corrente, sem

ocorrência de transitórios em relação aos valores de regulação estática da tensão e corrente, mesmo quando o equipamento estiver ligado a uma bateria completamente descarregada.

- **Sensor de Tensão CC anormal**

Este sensor constitui-se de um circuito integrado e transistores, que associados, têm a função de detectar incoerências na corrente.

- **Sensor de Tensão CA anormal**

Igualmente constituído dos componentes acima, deve detectar os seguintes eventos: falha de uma ou mais fases da alimentação geral de corrente alternada; sobretensão de entrada CA, com atuação a partir de um valor entre +15% a +20% da tensão nominal; subtensão de entrada CA, com atuação a partir de um valor entre –15% a –20% da tensão nominal. Deve também, ter atuação imediata para operação e retardada em 60+-10 segundos para saída de operação, aplicável à detecção de qualquer tipo de anormalidade na alimentação CA. A atuação desse sensor deve implicar o bloqueio dos retificadores e sinalização remota de alimentação CA anormal.

- **Sensor de falta de fase**

Na ocorrência de falta de fase, faltam os pulsos correspondentes à fase ausente, deixando lacunas no trem de pulsos, conseqüentemente a somatória terá pulsos com nível lógico “0”, acionando o sensor.

- **Sensor de fusível interrompido**

Os fusíveis de alarme geralmente utilizados são do tipo que fecham um contato quando da sua interrupção. Por outro lado, quando este tipo de fusível é

interrompido, aparece em sua parte frontal, um círculo branco, que permite uma indicação visual de qual é o fusível queimado.

- **Sensor de sobretensão intrínseca**

Este sensor é utilizado para, quando houver dois ou mais retificadores, funcionando em paralelo.

Na condição normal de operação, um diodo específico conduz normalmente, pois a tensão enviada através de um resistor e pelo seguidor de tensão é maior do que a tensão de amostragem colhida no cursor, e o operacional saturado positivamente. As faixas de ajustes garantidas do sensor, para a tensão nominal de saída, devem ser:

Tipo do Retificador	Faixa de Ajuste (Volts)	
	Mínima	Máxima
24	28,5	29,4
48	57,0	58,8
125	148,4	153,1

Tabela 14 Faixa de ajuste Fonte: Telebrás [45]

- **Sensor de Bateria descarregada**

Em condições normais de funcionamento, a amostra da tensão de saída colhida por um cursor, aplicada ao pino do inversor do operacional é superior à tensão de referência. Deve detectar quando a tensão das baterias atingir o valor correspondente a 2,05 Vpe de bateria ácida. A histerese entre os níveis de operação e a saída de operação deve ser de aproximadamente: 2,5V para 125V , 1,0V para 48V, 0,5V para 24V. Deve comandar o acionamento da sinalização local

e remota de bateria em descarga. Para ajuste do sensor de bateria em descarga dever ser atendidas as seguintes faixas:

- 119,8V a 128,9V para tensão nominal de 125V;
- 46,0V a 49.5V para tensão nominal de 48V;
- 24,6V a 24,8V para tensão nominal de 24V.

O ponto de ajuste do sensor deve ser feito conforme os seguintes valores:

- 128,2V para 60 elementos de bateria;
- 49,2V para 24 elementos de bateria;
- 24,6V para 12 elementos de bateria.

- **Sensor de Falha de Disparo**

Quando todos os SCR's estiverem conduzindo, a freqüência é de 180Hz, mas na ocorrência de falha de disparo de um dos SCR's, a freqüência cai para 60Hz, sendo detectada pelo filtro.

- **Sensor de fuga à terra**

Na ocorrência de fuga à terra, tem-se presente uma resistência entre alguns terminais específicos.

- **Sensor de Recarga Automática**

Sempre que a corrente de carga das baterias ultrapassar um determinado valor, o sensor será ativado, comandando a elevação da tensão de saída dos retificadores a um nível de 2,4Vpe.. Todavia deve ser previsto retardo compreendido entre 5min a 30min, que evite o comando desnecessário deste sensor após curto período de descarga de baterias, quando as mesmas podem se recuperar somente por flutuação. O sensor é constituído, fundamentalmente, por

um amplificador operacional acoplado, em cascata, a dois detetores, com estágio de saída a transistor. A saída de operação do sensor deve ser feita sempre que o valor da corrente que flui para as baterias se tornar inferior ao valor da corrente crítica (Ic). Adicionalmente deve ser previsto um circuito de temporização prefixado num valor entre 30 a 50 horas, que permita a saída de operação caso a corrente atinja o valor de Ic. Para o dimensionamento de sensor deve tomar como base a tabela abaixo:

Capacidade (A)	Faixa Garantida para Ajuste de Ic (A)	
	Mínima	Máxima
20	0,08	4,4
30	0,12	6,6
40	0,16	8,8
50	0,20	11
60	0,24	13,2
100	0,40	22
200	0,80	44
800	3,2	176
1200	4,8	264
2400	9,6	528

Tabela 15 Faixa Garantida para Ajuste de Ic Fonte [45]

Um sistema de sinalização local deve estar enquadrado dentro da filosofia de operação mostrando que “A não existência de qualquer sinalização de defeito implica em que todos os integrantes do sistema estão em perfeitas condições de funcionamento e na situação normal de operação”.(8)

3.8.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

No caso de operação normal, o retificador está ligado à carga em paralelo com os elementos do sistema de baterias.

A tensão fornecida pelo retificador será a tensão de flutuação dos elementos do sistema de bateria, o qual é da ordem de 2,23V por elemento a 25ºC para bateria selada ou 2,20V por elemento chumbo-ácido. Desta forma, são compensadas as perdas internas de uma bateria carregada, mantendo-se em perfeita disponibilidade para descarga de emergência.

A velocidade de resposta do sistema de regulação dos retificadores assegura que a carga não absorva correntes das baterias.

Ao mesmo tempo, as baterias ligadas em paralelo, com saída da unidade retificadora, contribuem efetivamente para a filtragem da corrente fornecida ao sistema consumidor.

Sempre que ocorrer anormalidade na tensão de alimentação primária de energia, como por exemplo, falta de CA, o retificador será automaticamente desligado, ao mesmo tempo em que os elementos do sistema de bateria passarão a fornecer a corrente solicitada pelo equipamento consumidor, sem interrupção. Ao mesmo tempo, um sinal é enviado, acendendo o correspondente LED.

Com o retorno da alimentação da rede e, desde que a tensão da mesma esteja dentro da faixa de valores permitidos, o retificador estará automaticamente em serviço.

Admitindo que a falta de alimentação da rede tenha se verificado por um tempo suficiente, o sistema de baterias terá perdido grande quantidade de carga armazenada durante as condições normais de operação.

A carga dos elementos é efetuada de duas maneiras:

- Manualmente, através de uma chave, que permite que a tensão de saída do retificador seja elevada ao nível correspondente a 2,4V por elemento chumbo-ácido.
- Automaticamente, segundo a supervisão de recarga automática, sempre que comandado, ativando sensores internos, que elevarão a tensão de saída do retificador ao nível correspondente a 2,4V por elemento chumbo-ácido.

O funcionamento dos retificadores é descrito basicamento como segue abaixo. Recebe alimentação trifásica nos bornes A alimentação de CA é, em seguida, interrompida pelo disjuntor de entrada, que permite ligar e desligar o retificador.

Os capacitores são colocados em paralelo com o primário do transformador principal e têm a finalidade de amortecer o transitório que ocorre no desligamento do mesmo, além de contribuir para um aumento do fator de potência na entrada do sistema.

Os secundários do transformador principal são aplicados à coluna retificadora que, mediante pulsos aplicados aos gatilhos dos SCR’s da mesma, executa a retificação da tensão alternada.

Em sua saída, a coluna retificadora dispõe de diodo de Roda Livre (Free-Wheeling), o qual tem a finalidade de fazer circular a corrente armazenada nos indutores do filtro de saída, quando os SCR's não estão disparados.

Em paralelo com cada SCR encontra-se um circuito RC, que tem a finalidade de proteger os tiristores contra transitórios que possam ocorrer na alimentação de CA.

O filtro de saída do retificador é constituído de indutor e um capacitor, os quais estão associados em configuração L. O indutor, construído com chapa siliciosa de indução elevada é compacto e de indutância suficiente para manter em nível reduzido a corrente de pico nos elementos retificadores, proporcionando a filtragem necessária para conservar o ruído psofométrico (ondulação) inferior ao nível máximo admissível na alimentação para equipamentos de telecomunicações.

Um resistor, normalmente designado por "resistor de bleeder", tem a finalidade de assegurar a operação da coluna retificadora na região mais linear que sua curva de transferência. Associado ao pólo positivo da saída do retificador, encontra-se o resistor sensor de corrente, que fornece uma tensão linearmente proporcional à corrente de saída da unidade. Esta diminuta queda de tensão (60mV para o valor nominal do resistor) é elevada por meio de um cabo coaxial, ao módulo de controle MI1 como uma informação da corrente de saída, além de alimentar também o amperímetro da unidade. Finalmente, os pólos de saída são protegidos por fusíveis de capacidade compatível com a corrente nominal do retificador.

3.9 ENTREVISTA COM CONSUMIDORES

Visando levantar características de manutenção e tendências de mercado, foi realizado uma entrevista com alguns usuários de bancos de baterias estacionários.

A metodologia utilizada foi aplicar a todos as mesmas perguntas, para alguns enviamos o questionário via mensagem eletrônica, realizamos as perguntas por telefone ou fomos ao local para aplicação.. As empresas escolhidas são grandes usuários deste tipo de equipamento, porém a quantidade destes não é em número suficiente para que os dados tenham uma abordagem estatística, embora tenha sido possível captar, na nossa concepção, que as tendências para uma quantidade maior de consumidores não modificaria significativamente as características observadas.

Os questionários aplicados encontram-se no apêndice II deste trabalho.

Inicialmente procuramos levantar quais empresas se enquadrariam dentro da nossa necessidade, escolhemos as empresas de energia elétrica, telecomunicações e tráfego aéreo. Procuramos identificar, na segunda etapa, os profissionais que lidam com a manutenção, seu tempo de experiência e formação; neste caso foi possível verificar que a mão de obra é de boa qualidade, constituída normalmente de técnicos de nível médio supervisionados por um engenheiro responsável. Estes profissionais tem ainda cursos fornecidos pelos fabricantes ou cursos internos da própria empresa, sendo que o nível de conhecimento para atender as necessidades, aparentemente, não deixou a desejar em nenhum dos casos.

Com relação as marcas dos produtos utilizados observou-se que são poucos fabricantes que tem penetração neste mercado, devido a exigente qualidade dos produtos para estas aplicações, portanto as marcas repetem-se. Outro fato observado é que grandes companhias multinacionais incorporaram vários fabricantes em uma única empresa, embora as antigas marcas registradas tenham permanecido no mercado, vária pertencem a um único dono. O fato de poucos fabricantes repetiu-se para o caso dos retificadores.

Quanto ao tipo de acumulador mais utilizado verificamos que a maioria das empresas está utilizando as reguladas a válvula, embora não tenha sido possível observar se estas possuem a maior quantidade de bancos. O fato das empresas possuírem instalações descentralizadas com equipes de manutenção em vários pólos dentro do estado ou país, os dados de quantidades totais não serem centralizados ou não estão de posse da manutenção, não permitiu saber o total de elementos instalados.

A verificação dos ensaios para avaliação, mostrou que todas empresas realizam ensaios de rotina para avaliação de capacidade, com algumas variações; como citado abaixo:

- Conforme prescreve a NBR;
- Normas próprias;
- Normas do fabricante;
- Desligar o retificador e verificar se o banco atende
  a carga pelo tempo especificado;
- Medição da impedância;

- Normas TELEBRÁS.

Conjuntamente são realizadas inspeção visual e medições de tensão em todos elementos, sendo que para este caso, como no ECD, não há consenso com relação à periodicidade, esta pode ser mensal, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual. Todas companhias, pelo menos, fazem a inspeção visual mensalmente.

Verificando o histórico de manutenção com relação a defeitos apresentados encontramos que os defeitos apresentados são:

- Vazamento de eletrólito nas baterias reguladas a válvula;
- Perda de capacidade nos elementos regulados a válvula
- Migração do eletrólito, por capilaridade, para fora do elemento em elementos ventilados;
- Crescimento exagerado do pólo positivo (ventilados).

Embora o manuseio deste equipamento implique em riscos de acidentes graves, não houve nenhum acidente registrado na operação e manutenção.

Diante da aplicação das legislações em vigor para destino final dos elementos, após o uso todas empresas enviam aos fabricantes que às forneceram.

Quando as baterias foram adquiridas antes da vigência da lei, são enviadas a uma empresa de reciclagem para destino final.

3.10 O MEIO AMBIENTE

A natureza trabalha em ciclos — nada se perde, tudo se transforma. Animais, excrementos, folhas e todo tipo de material orgânico morto se decompõem com a ação de milhões de microrganismos degradadores, como bactérias, fungos, vermes e outros, dando origem aos nutrientes que vão alimentar novas espécies de vida. Na natureza não existe lixo. Até o início do século passado, os seres humanos viviam em harmonia com a natureza. Todo o lixo que geravam, excrementos de animais e outros materiais orgânicos — se reintegrava aos ciclos naturais e servia como adubo para a agricultura. Mas, com a industrialização e a concentração da população nas grandes cidades, o lixo foi se tornando um problema. A sociedade moderna rompeu os ciclos da natureza: por um lado, extraí-se mais e mais matérias-primas, por outro, faz-se crescer montanhas de lixo. E como todo esse rejeito não retorna ao ciclo natural, transformando-se em novas matérias-primas, torna-se uma perigosa fonte de doenças e de contaminação para o meio ambiente. Recentemente percebeu-se que, assim como não se pode deixar o lixo acumular dentro de nossas casas, é preciso conter a geração de resíduos e dar um tratamento adequado ao lixo no planeta. Para isso, é preciso brecar o consumo desenfreado, que gera cada vez mais lixo, e investir em tecnologias que permitam reaproveitar e reciclar os materiais em desuso. É necessário ainda reformular nossa concepção a respeito do lixo. Não se pode continuar pensando que o saco de lixo é o fim do problema, quando é apenas o começo e encarar o lixo como um resto inútil, e sim como algo

a ser transformado em nova matéria prima para retornar ao ciclo produtivo de forma salutar [26].

Em geral, as pessoas consideram lixo tudo aquilo que se joga fora e que não tem mais serventia. Mas, se olhar com cuidado ver-se-á que o lixo não é uma massa indiscriminada de materiais. Ele é composto de vários tipos de resíduos que precisam de manejo diferenciado. Assim, para efeito de coleta e tratamento, o lixo pode ser classificado de várias maneiras. Com base em sua natureza física, o lixo pode ser “seco” ou “molhado”. O lixo seco é composto por materiais recicláveis (papel, vidro, lata e plástico). Alguns, porém, não são reciclados por falta de mercado, como é o caso de papéis sujos e vidros planos. O lixo molhado corresponde à parte orgânica dos resíduos, como as sobras de alimentos, cascas de frutas, restos de poda, etc., que pode ser usada para compostagem. Essa classificação é muito usada nos programas de coleta seletiva, por ser de fácil entendimento para a população. Outra forma de classificar o lixo é de acordo com sua composição química. Nesse caso, é denominado matéria orgânica, ou seja, procedente de organismos vivos, como plantas e animais, ou matéria inorgânica, que inclui os minerais, materiais sintéticos e outros. Quando se leva em conta os riscos potenciais ao meio ambiente, o lixo pode ser classificado como perigoso ou tóxico; inerte; não inerte; e radioativo. Por fim, existe ainda outra forma de classificação, baseada na origem do lixo. Nesse caso, o lixo pode ser, por exemplo, domiciliar ou doméstico, público, de serviços de saúde, industrial, agrícola, entulho e outros. Essa é a forma de classificação usada nos cálculos de geração de lixo. Listam-se a seguir as principais características dessas categorias .[26]

a) • **lixo domiciliar ou comercial**: são os resíduos provenientes das residências e dos estabelecimentos comerciais. É muito diversificado, mas contém principalmente restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens em geral, retalhos, jornais e revistas, papel higiênico, pilhas, fraldas descartáveis, etc.

b) • **lixo público:** restos de poda e produtos da limpeza das áreas públicas, limpeza de praias e galerias pluviais, resíduos das feiras livres e outros;

c) • **lixo de serviços de saúde**: resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas ou odontológicas, laboratórios, farmácias, etc. É potencialmente perigoso, pois podem conter germes patogênicos em agulhas, seringas, algodões e curativos com sangue, além de materiais cortantes.

d) • **lixo industrial**: são os resíduos resultantes dos processos industriais. O tipo de lixo varia de acordo com o ramo de atividade da indústria. Nessa categoria está a maior parte dos materiais considerados perigosos ou tóxicos;

e) • **lixo agrícola:** resulta das atividades de agricultura e pecuária. São constituídos por embalagens de agrotóxicos, rações, adubos, restos de colheita e dejetos da criação de animais;

f) • **entulho:** restos da construção civil, reformas e demolição.

No Brasil, a geração de lixo per capita varia de acordo com o porte populacional do município. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), elaborada pelo IBGE em 2000 [24], geração per capita de lixo no Brasil varia entre 450 e 700 gramas por dia nos municípios com população inferior

a 200 mil habitantes e entre 700 e 1.200 gramas em municípios com população superior a 200 mil habitantes [39].

Segundo a pesquisa, 64% dos municípios brasileiros deposita seu lixo de forma inadequada, em locais sem nenhum controle ambiental ou sanitário [24]. São os conhecidos lixões, terrenos onde se acumulam enormes montanhas de rejeitos a céu aberto. Além de degradar a paisagem e produzir mau cheiro, os lixões são verdadeiros focos de contaminação, causando vários tipos de problemas ambientais e de saúde pública. Expostos à água das chuvas, o material orgânico, os produtos químicos e metais pesados contidos em pesticidas, pilhas, baterias, produtos de limpeza e outros presentes no lixo formam um líquido altamente tóxico, se infiltram na terra, contaminando o solo e as águas subterrâneas. Esses líquidos, chamados líquidos percolados ou lixiviados:(vide glossário), podem ter um grau de poluição até 200 vezes superior ao esgoto doméstico e representam um sério risco para as reservas e água subterrâneas e superficiais [23]. Ao serem decompostos, os materiais orgânicos (restos de alimentos, verduras, etc.) produzem gases, principalmente o metano (CH_4), um gás tóxico e inflamável que mata a vegetação. Forma-se também o dióxido de carbono (CO_2), que, junto com o metano e outros gases presentes na atmosfera, contribui para o aquecimento da Terra. Devido ao mau cheiro, os lixões atraem moscas, insetos e ratos, que, em contato com os humanos, transmitem várias doenças [39].

Os resíduos industriais e alguns domésticos, como restos de tintas, solventes, aerossóis, produtos de limpeza, lâmpadas fluorescentes, medicamentos

vencidos, pilhas e outros, contêm significativa quantidade de substâncias químicas nocivas ao meio ambiente. Estima-se que existam de 70 a 100 mil produtos químicos sintéticos, utilizados de forma comercial na agricultura, na indústria e nos produtos domésticos.

Muitos desses produtos contêm metais pesados, como mercúrio, chumbo, cádmio e níquel, que podem se acumular os tecidos vivos, até atingir níveis perigosos para a saúde. Os efeitos da exposição prolongada do homem a essas substâncias ainda não são totalmente conhecidos; no entanto, testes em animais mostraram que os metais pesados provocam sérias alterações no organismo, como o aparecimento de câncer, deficiência do sistema nervoso e imunológico, distúrbios genéticos, como veremos adiante. Quando não são adequadamente manejados, esses produtos químicos vão, de alguma forma, contaminar o solo, a água e o ar. Segue abaixo dois exemplos de resíduos perigosos, que devem ser adequadamente tratados para evitar riscos ao homem e ao meio ambiente [26]:

• **Baterias**: as baterias de automóveis, industriais, telefones celulares e outras contêm metais pesados em concentração elevada, por isso o descarte deve ser feito de acordo com as normas estabelecidas para proteção do meio ambiente e da saúde. No Brasil, resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 1999, números 257 e 263 [28] determinaram que o descarte e o gerenciamento ambiental adequado de pilhas e baterias usadas são de responsabilidade dos fabricantes, dos importadores, da rede autorizada de assistência técnica e dos comerciantes. Portanto, o descarte as baterias de carro, que contêm chumbo, e de telefones celulares, que contêm níquel, cádmio e outros

metais pesados, deve ser feito somente nos postos de coleta mantidos por revendedores, assistência técnica, fabricantes, importadores; é deles a responsabilidade de recolher e encaminhar esses produtos para a reciclagem. O mesmo vale para qualquer outro tipo de bateria, devendo o usuário criar o hábito de ler as instruções de descarte nos rótulos ou embalagem dos produtos. A resolução número 228 [28] determina o controle de movimentos transfroteiriços de resíduos perigosos seja reduzido ao mínimo compatível com a administração ambientalmente saudável e eficaz desses resíduos e que seja efetuado de maneira a proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos adversos que possam resultar desse movimento.

• **Pilhas**: algumas pilhas de uso doméstico ainda possuem elevadas concentrações de metais pesados. Já as chamadas pilhas alcalinas são menos agressivas, e seu descarte não representa problema ambiental. Como o processo de reciclagem das pilhas é complicado e caro, não é feito na maioria dos países; por isso, o consumo de pilhas que contêm altas concentrações de metais pesados deve ser evitado. Ao comprar pilhas, verificar na embalagem as informações sobre os metais que a compõem e como descartá-las.

3.10.1 O CHUMBO E A SAÚDE

O chumbo se encontra naturalmente na crosta terrestre em concentrações de aproximadamente 13mg/kg. Acredita-se que sua concentração venha aumentando significativamente como resultado da atividade humana. A mineração de chumbo já era conhecida pelos gregos e romanos. Durante a Revolução

Industrial e nos princípios do século ocorreu um maior incremento da produção e utilização deste metal, particularmente com o seu uso como antidetonante de gasolina e produção de baterias para automóveis [39].

Aproximadamente 80% do chumbo que se encontra na atmosfera provém da gasolina. A indústria de acumuladores é a fonte principal de chumbo secundário [13], mas outras fontes devem ser consideradas do ponto de vista ambiental como: revestimento de metais e outras fontes expostas e corrosão, tintas, esmaltes, cerâmicas vitrificadas com cozimento a baixas temperaturas, soldaduras de embalagens de alimentos, solo contaminado por indústrias emissoras de chumbo, remédios folclóricos (particularmente provenientes de países orientais), cosméticos, etc.[34] [46]. A OMS (Organização Mundial de Saúde) recomenda pesquisa constante de outras fontes de exposição ao chumbo [36].

A exposição humana ao chumbo pode se dar por várias fontes: solo, ar, água e ingestão sob várias formas [36], como por via digestiva e respiratória (partículas finas). A absorção pela pele só é referida para o acetato de chumbo [46]. Esta absorção é diferencial entre crianças e adultos. O chumbo inalado pelo trato respiratório baixo é completamente absorvido, já pelo trato gastrointestinal (principal via de absorção), os adultos absorvem 10 a 15% da quantidade ingerida enquanto as crianças e mulheres gestantes mais de 50%. Esta absorção aumenta quando há deficiência orgânica de ferro, cálcio e zinco [39].

O chumbo absorvido se distribui no organismo. No sangue, estudos têm mostrado que sua meia vida é de 25 dias. Em torno de 95% do chumbo absorvido se deposita nos ossos e dentes e os restantes 5% nos tecidos moles e sangue. Do

chumbo no sangue, 1% se encontra no plasma e 99% associado aos eritrócitos. A vida média do chumbo nos tecidos moles é em torno de 40 dias e nos ossos mais de 25 anos. Em estados de stress como gravidez, lactação e doenças crônicas este metal pode ser mobilizado dos ossos e se constituir em fonte de elevação de seus níveis sangüíneos [34].

Estudos em vários países têm estimado que aproximadamente 4% de todas as crianças têm níveis elevados de chumbo no sangue. Estimativa de crianças em áreas metropolitanas dos Estados Unidos chega a números mais elevados. A partir de dados coletados de 1976 a 1980 estimou-se que 17% das crianças apresentam níveis de chumbo acima de 15µg/dl; 5,2% acima de 20µg/dl e 1,4% mais que 25µg/dl [11]. Estes níveis são diferenciais de acordo com o local de moradia. Na área urbana, 18,6% das crianças apresentam níveis de chumbo no sangue maiores que 10µg/dl e nas áreas suburbana e rural 2,4% e 5,8% respectivamente.[46] Nos Estados Unidos os níveis de chumbo no solo em áreas próximas a grande tráfego de automóveis chegam a 800µg/g, e na poeira das casas com pintura a base de chumbo, a 10.000µg/g. Exposições elevadas também ocorrem nas proximidades de minas, fundições de chumbo e fábricas de acumuladores. São exemplos disto as contaminações do solo em El Paso (México), onde se alcançaram níveis maiores que 300ppm [13]; Suíça com níveis na poeira de 14.000µg/g [36]; Caçapava (São Paulo) com níveis no solo de 40kg/km²/30 dias, provocando morte de animais [38].

O consumo do chumbo vem diminuindo de forma mais acentuada nos países industrializados, basicamente por problemas de contaminação ambiental e

por sua toxicidade para o ser humano. Ao lado disto vêm se desenvolvendo substitutos deste metal por outros produtos menos tóxicos e contaminantes [13].

O chumbo pode causar diversos males à saúde. Interfere na produção da hemoglobina, causa distúrbios renais, neurológicos e no encéfalo [46]. Seus efeitos podem evidenciar-se a vários níveis de concentração sangüínea e podem ser correlacionados com estes níveis. A figura abaixo apresenta uma síntese dos efeitos do chumbo no organismo, bem como os níveis mínimos de detecção associados aos respectivos efeitos. Na realidade é nas crianças que os danos podem ocorrer mais precocemente.

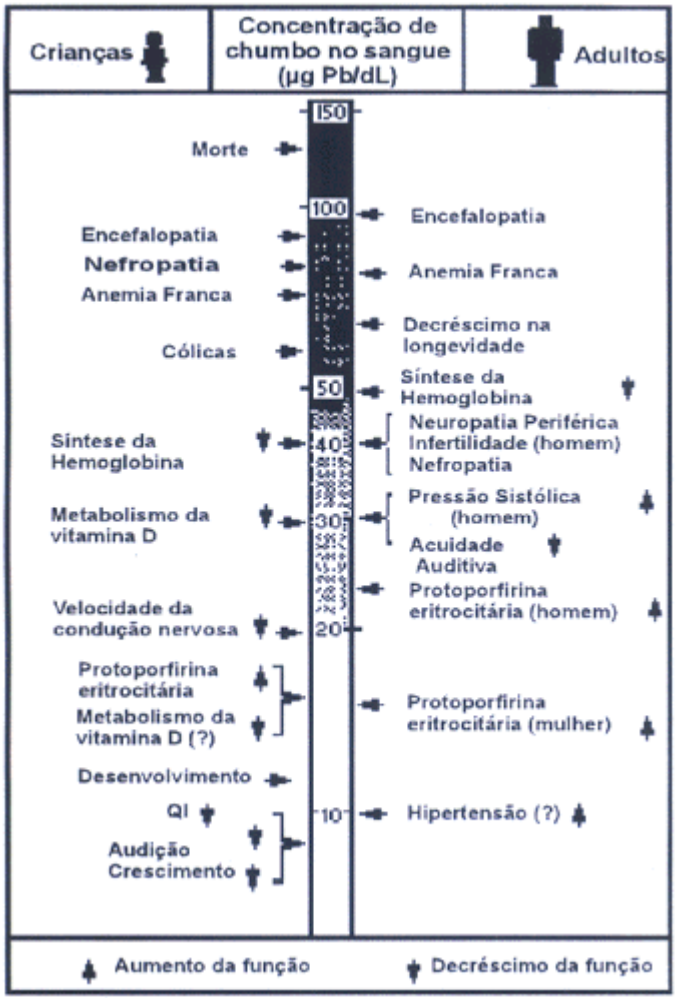


Figura 14 Efeitos de chumbo inorgânico em crianças e adultos, menores níveis de efeitos adversos encontrados Fonte: CVE [39]

O Comitê da FAO/OMS (1994), acerca dos efeitos e limites de exposição ao chumbo, coloca que a estimativa de queda do Quociente de Inteligência (QI) é de 1 a 3 pontos para cada aumento de 10µg/dl de chumbo no sangue em crianças. De acordo com a literatura atual, estes efeitos podem ocorrer quer por exposição ambiental, quer por transferência placentária mãe-feto [32]. Por terem uma barreira hematoencefálica ainda em desenvolvimento, nas fases precoces da vida as crianças intoxicadas por chumbo podem apresentar distúrbios do

comportamento, da audição e rebaixamento do QI. São relatados também retardo do crescimento, anemia e perda de peso [46], mesmo com baixos níveis de concentração sangüínea de chumbo.

Entre 1986 e 1988 vários estudos demonstraram alterações neurocomportamentais em crianças com níveis de chumbo no sangue entre10µg/dl a 14µg/dl, mas a definição de um nível tóxico de chumbo continua a baixar. Já foram descritos efeitos no crescimento a níveis sangüíneos de chumbo de 4µg/dl. Tomando a ampla gama de efeitos do chumbo no organismo e sua relação com as concentrações sangüíneas, suspeita-se que ainda não se tem um limite seguro de sua concentração no sangue em crianças. Mesmo em adultos, efeitos são descobertos à medida que se refinam os métodos de análise e mensuração [34].

O método mais seguro para avaliar a contaminação de chumbo em crianças é a concentração de chumbo no sangue, medida por espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite por detectar baixas concentrações, com baixo desvio padrão do método. Várias outras medidas podem ser efetuadas, tanto para fins de verificação de efeitos, como para avaliar suspeita de exposição crônica. Para fins de Saúde Pública destaca-se a zincoprotoporfirina (ZPP), que é indicada para “screening”(vide glossário) populacional, apesar de estudo realizado pelo National Health and Nutrition Examination Survey ter indicado que 58% de 118 crianças com níveis de chumbo acima de 30µg/dl foram detectadas como normais pela ZPP [34]. A ZPP é recomendada também para detecção de exposições crônicas [46]. Outros exames também podem ser realizados para detecção de exposições anteriores como o Raio X de pulso e joelho.

Uma concentração de chumbo no sangue menor que 10μg/dl é recomendada como aceitável pelo OMS, Center for Disease Control (CDC) e American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). A ACGIH recomenda este limite também para mulheres grávidas (51). A ingestão semanal de chumbo considerada como aceitável é de 25mg/kg [46].

Nos Estados Unidos a EPA (Environmental Protect Agency) iniciou programa de redução de chumbo como aditivo na gasolina em 1970, e já em 1992 considera que este não mais se constitui em problema de saúde pública. O uso de chumbo como pigmento nas tintas foi eliminado em 1970 [34]. Noticiário do CDC avalia que em conseqüência disto os estudos de “screening” dos níveis de chumbo em 76% das crianças de 1 a 5 anos caíram de 15μg/dl para 3,6μg/dl entre 1978 e 1991. Em 1991, coordenado pelo CDC, em conjunto com a EPA, agências de Saúde Pública dos estados e outras instituições, foi lançado um plano estratégico de 20 anos com a finalidade de identificar crianças expostas ao chumbo, prevenir a exposição, tratar e remover altos níveis de chumbo no ambiente. O programa inclui na rotina médica a investigação da intoxicação por chumbo no diagnóstico diferencial de crianças com alterações do desenvolvimento neuropsicomotor, “screening” populacional, vigilância laboratorial dos resultados de exames de chumbo em crianças, em conjunto com dados relativos ao exame médico dos suspeitos, investigação e controle dos contaminantes ambientais e ações de polícia sanitária [34]. De acordo com os protocolos estabelecidos para os clínicos, são previstas comunicações às agências responsáveis pelas ações de polícia e, estabelecidas condutas médicas como citadas a seguir. Interpretação dos resultados de teste de chumbo no sangue e atividades de seguimento:

classes de crianças baseadas nas concentrações de chumbo no sangue, conforme tabela 17 abaixo:

Classe	Pb g/dl	Comentários
I	9	Criança considerada não intoxicada
IIA	10 a 14	A presença de grande proporção de crianças com estes níveis indica atividades de prevenção; as crianças devem ser reexaminadas com freqüência
IIB	15 a 19	A criança deve receber intervenção nutricional e educacional; se persistem estes níveis devem ser feitas investigações ambientais
III	20 a 44	Deve ser feita investigação ambiental; a criança deve ser vista por médico para avaliação da necessidade de tratamento da intoxicação
IV	45 a 69	deve ser feita investigação ambiental; a criança deve receber tratamento de intoxicação inclusive com quelação
V	> 70	é uma emergência médica. Tratamento e manejo ambiental devem ser feitos imediatamente

Tabela 16 Concentrações de chumbo em crianças Fonte: CDC [13]

O Tratamento da intoxicação por chumbo deve ser feito em ambiente hospitalar devido a seus efeitos colaterais [46]; quarenta estados e departamentos locais americanos participam deste programa.

Na França, adaptando os critérios de internação de resultados de níveis de chumbo no sangue do CDC, existe um sistema nacional de vigilância do saturnismo infantil, envolvendo 30 departamentos de saúde [39].

Na medida em que as fontes de emissão do chumbo são controladas, a contaminação do solo passa a representar um grande risco para a Saúde Pública. A partir das diversas fontes (gasolina, tintas, indústrias) o chumbo se deposita no solo e vai alcançando altas concentrações, podendo contaminar a água e a

vegetação, além de ser mobilizado pelo vento até as vias respiratórias. Existe uma grande variação nas concentrações de chumbo encontradas no solo, desde menores que 100ppm até maiores que 11.000ppm. O chumbo é estável, não se dissipa nem biodegrada. Sob condições naturais a absorção do chumbo por outros materiais é muito lenta, e pode se constituir em fonte de exposição por longos períodos. Em geral, para cada aumento de 1000ppm no solo há um aumento das concentrações sangüíneas de chumbo de 3 a 7µg/dl [39].

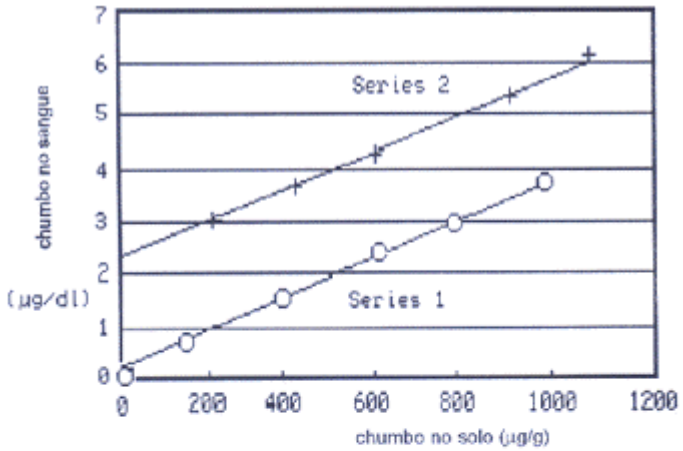
Crianças pré-escolares e fetos são a população mais vulnerável à exposição ao chumbo. Esta maior vulnerabilidade de dá por uma combinação de fatores incluindo:

1) o sistema nervoso em desenvolvimento aumentando a suscetibilidade para os efeitos neurológicos do chumbo;

2) crianças pequenas estão mais em contato com o solo e colocam freqüentemente as mãos e objetos na boca;

3) a eficiência da absorção do chumbo é maior em crianças que em adultos;

4) deficiências nutricionais de cálcio e ferro são mais comuns em crianças. Como pode ser visto na figura 15, existe correlação entre os níveis de chumbo no solo e no sangue de crianças. Recomenda-se para prevenir a exposição criar barreiras entre a criança e o solo, ou remover sua crosta superficial. Medidas como impermeabilização ou uso de plantas que têm alta absorção de chumbo são atitudes recomendadas.



Legenda:	SÉRIES 1	SÉRIES 2
Conc. no ar	0.000 mg Pb/m³	0.200 mg Pb/m³
Ingesta na dieta	0.00 mg/dia	6.79 mg/dia
Ingesta na água	0.000 L/dia	0.52 L/dia
	0.0 mg/L	4 mg/L
Solo	0-1000 mg Pb/g	0-1000 mg Pb/g
Poeira doméstica	0.0 mg Pb/g	200.0 mg Pb/g
Tintas	0.00 mg Pb/dia	0.00 mg Pb/dia
Contribuição materna	Modelo p/crianças	Modelo p/crianças
Conc. materna sangüínea	0.00 µg Pb/dL	7.50 µg Pb/dL
Idade da criança	24-36 meses	24-36 meses

Figura 15 Correlação entre chumbo no sangue e solo Fonte: CDC [34]

Apesar da complexidade do estudo da exposição ao chumbo e seus efeitos para a saúde, Kjellström [36] propõe uma abordagem simplificada e aplicável para países em desenvolvimento. São abordados os seguintes passos:

a) Identificar uma subpopulação que deva estar exposta a altos níveis de chumbo adotando um grupo de referência adequado.

b) Tomar amostras de sangue de ambos os grupos (crianças de 1 a 2 anos e de suas mães). Recomenda uma amostra pequena (N=25 por grupo)

c) Encaminhar a um laboratório de referência para análise do chumbo.

d) Avaliar os resultados e decidir se são necessários estudos posteriores ou a tomada de medidas preventivas.

e) Se estudos posteriores são necessários, seguir protocolos estabelecidos.

Recomenda-se que os testes psicológicos e comportamentais só sejam realizados se existem recursos suficientes para o grande número das análises necessárias e onde existam estes dados padronizados para crianças.

No Brasil, apesar de não se contar com um programa oficial de prevenção da exposição ambiental ao chumbo, várias medidas já foram tomadas para proteger a população.

Desde 1978 o chumbo não é mais utilizado como antidetonante da gasolina. Níveis aceitáveis de chumbo são regulamentados para alimentos e água [28]. Quanto a concentrações aceitáveis em humanos, só existe regulamentação para a exposição ocupacional.

Dentre os setores não regulamentados encontramos uma tendência na indústria de maior porte nacional de seguir os parâmetros estabelecidos nos países mais industrializados. Segundo informações obtidas através da Associação de Fabricantes de Tintas, há uma tendência iniciada na década de 1990 de substituição do chumbo como pigmento. No momento as tintas de uso doméstico produzidas no Brasil são isentas de chumbo. Com efeito, o manual de tintas e vernizes não recomenda o uso de chumbo nas tintas. Entretanto, o chumbo ainda é utilizado como anticorrosivo de outros metais (Zarcão) em portões de ferro, geladeiras, carros, fogões, bicicletas, etc. Após o uso do Zarcão se faz a cobertura com tintas contendo outra composição. A ausência desta cobertura representa

risco de exposição. Ainda de acordo com a Associação de Fabricantes de Tintas, alguns esmaltes contêm chumbo na sua composição [16].

Estudo realizado pelo Instituto Adolfo Lutz, em artigos escolares, onde se analisaram borrachas, lápis preto, canetas hidrográficas, tintas para colorir, etc., encontrou chumbo nestes produtos. O estudo recomenda a necessidade de regulamentação da produção dos mesmos [39].

Os produtores de enlatados também substituíram o chumbo da soldagem das embalagens de alimentos. Não foram encontradas análises de alimentos enlatados. Quanto a alimentos in natura, concluiu-se que estes se encontravam com concentrações de chumbo seguras para o consumo humano.

A partir de 1986, para a instalação de indústrias poluidoras faz-se necessário o Relatório de Impacto Ambiental, bem como das medidas mitigadoras deste impacto.[39] Este relatório é analisado e julgada a pertinência das medidas, só então é aprovado. As indústrias instaladas antes desta regulamentação não são obrigadas a seguir estes protocolos, exceto se comprovado algum dano ambiental, quando então podem ser submetidas a Ação Judicial por crime ao meio ambiente, podendo ser condenadas a corrigir ou ressarcir o dano causado.

Constitui-se problema não só as empresas fundadas antes de 1986, como também o processamento ilegal do chumbo. De acordo com informações do Centro de Vigilância Sanitária (CVS) da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES), existem várias pequenas empresas e fundições domiciliares de chumbo, sem observação dos devidos cuidados de contaminação, pondo em risco não só a saúde dos trabalhadores como a dos residentes no domicílio.

São raros os estudos brasileiros de exposição ambiental ao chumbo. Em Santo Amaro (Bahia), medindo concentrações de chumbo através do método da ZPP, encontraram-se níveis médios de 65,5µg/dl em crianças residentes no raio de 500m de uma empresa fundidora. Estes níveis se mantêm desde 1980 devido à ausência de medidas mitigadoras da contaminação do solo. Em Cubatão (São Paulo), foi encontrou níveis médios de chumbo no sangue em crianças de 1 a 10 anos de 17,8µg/dl em estudo realizado em 6 bairros do município. No Município de Caçapava (São Paulo), um levantamento preliminar apontou altos níveis de contaminação em crianças, tendo algumas delas apresentado concentrações de 40µg/dl de chumbo no sangue [38]. Estas crianças residiam próximo a uma indústria de fundição de chumbo. A empresa se localizava em área rural com predomínio de criação de gado leiteiro. Num estudo realizado em 218 amostras de leite comercializado para consumo humano, foram encontrados 43 com níveis de chumbo acima do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira [39].

No Brasil não há prática clínica consolidada de análise de chumbo no sangue, ou propostas de “screening” mesmo em crianças com alterações no desenvolvimento neuropsicomotor. Quanto à tentativa de estabelecimento de um parâmetro de não expostos em crianças, foi encontrado um estudo isolado que compara as concentrações de chumbo no sangue entre crianças residentes em cidade do interior de São Paulo e Contagem na Bahia. As médias encontradas foram 20,8 e 23,9µg/dl respectivamente. Estudo realizado na região metropolitana de Londrina (área residencial) em adultos, encontrou mediana de concentração de chumbo no sangue de 7,9µg/dl [29].

Os trabalhadores em fundições de chumbo e fábricas de reciclagem de baterias são, normalmente, os que apresentam as exposições mais altas e prolongadas a esse elemento. As fundições de chumbo são igualmente bem conhecidas por criar problemas de poluição nas áreas onde estão instaladas. Estas podem contaminar seriamente o ar, água, solo e vegetação nas suas vizinhanças, ameaçando seriamente a saúde e a subsistência das comunidades locais onde operam.

As principais atividades de risco na contaminação por chumbo são as de soldadores, galvanizadores, limadores, ferramenteiros, pintores industrial e de automóveis, ceramistas, chapistas, reparadores de radiadores, montadores e recondicionadores de baterias.

No ambiente de trabalho, o chumbo se apresenta como um aerodispersóide. A norma regulamentadora da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho permite uma exposição máxima de 0,1 mg/m³ de ar, por 48 horas semanais. Mas, infelizmente, sabe-se que nas fábricas e reformadoras de baterias é comum o índice de tolerância ser ultrapassado em até 50 vezes, tornando sério o risco de o trabalhador ser acometido pelo saturnismo - intoxicação aguda ou crônica do organismo pelo chumbo metálico ou seus compostos inorgânicos [39].

A absorção ocupacional do chumbo ocorre principalmente por via respiratória e é tão grande e rápida que cerca de 50% das partículas inaladas chegam à corrente sangüínea. Entrando na circulação periférica, o metal irá se acumular no fígado, baço, rins, coração, pulmões, cérebro, músculos e sistema esquelético, sendo que suas principais ações deletérias manifestam-se sobre os

sistemas hematopoéticos(vide glossário), nervoso, renal, gastrointestinal e reprodutor. Sobre o diagnóstico da doença observam-se:

a) no sistema nervoso, a presença da cefaléia:(vide glossário), cansaço fácil, alterações de comportamento como nervosismo, hostilidade, agressividade. Em casos graves, delírios e convulsões;

b) no sistema digestivo, anorexias, cólicas, dores gástricas, vômitos e constipação;

c) no sistema locomotor, dores musculares e paralisias. Mas lamentavelmente os médicos ainda relutam em identificar esses sintomas com o saturnismo.

Diante da complexidade e multiplicidade dos efeitos e fontes de exposição ambiental ao chumbo, as atividades preventivas devem abordar as várias formas que envolvem o problema, conjugar esforços das várias instituições envolvidas na questão ambiental bem como ser viável economicamente.

A exposição aos metais pesados, além do chumbo pode provocar várias reações adversas à saúde. A tabela 17 descreve onde esses metais são encontrados, bem como alguns efeitos da contaminação.

Metal Pesado	Onde é Encontrado	Efeito
Mercúrio	Produtos Farmacêuticos Lâmpadas Fluorescentes Interruptores Pilhas e Baterias Tintas,Amaciantes Fungicidas, Termômetros	Distúrbios Renais Lesões Neurológicas Efeitos Mutagênicos Alterações Do Metabolismo Deficiência Nos Órgãos Irritabilidade, Insônia, Morte, Danos Renais Cegueira, Surdez
Cádmio	Baterias E Pilhas Plásticos, Pigmentos Papéis	Dores Reumáticas Distúrbios Metabólicos, Levando À Osteoporose Disfunção Renal
Chumbo	Tintas Impermeabilizantes Cerâmica,Vidro Inseticidas,baterias	Perda De Memória Dor De Cabeça Anemia Paralisia

Tabela 17 Efeitos dos metais pesados à saude Fonte: CVE [39]

De acordo com o que foi exposto anteriormente, supõe-se que o problema mais crucial com relação ao chumbo é a contaminação do solo, particularmente nas proximidades de indústrias de produção e recuperação deste metal e das fábricas de baterias. Estabelecer esta questão como prioridade não exclui a necessidade de outras atividades de monitorização da contaminação do chumbo em produtos que podem ser consumidos ou inalados pelas pessoas e propostas que visem um diagnóstico mais realista da situação de exposição e contaminação em humanos.

Dentre as medidas de controle sanitário, podemos destacar:

- Esclarecer a população acerca dos riscos e fontes de exposição ao chumbo, particularmente no que se refere aos já identificados como: usar apenas o Zarcão na pintura dos portões, guardar alimentos em cerâmica vitrificada, pinturas antigas na residência, consumo de alimentos enlatados de marcas não idôneas, etc.;
- Estabelecer rotinas de monitorização laboratorial periódica para produtos de consumo (alimentos) ou contato humano (tintas, gasolina), através do Laboratório de Saúde Pública, para garantir níveis aceitáveis de contaminação do chumbo nestes produtos, com a divulgação dos resultados ou sua interdição se for o caso;
- Regulamentar aspectos ainda não contemplados pela legislação brasileira dando ao consumidor oportunidades de ações judiciais de ressarcimento em caso de dano à saúde, ou contaminação acima dos limites estabelecidos. A regulamentação também pode permitir outras atividades de controle sanitário;

- Estimular estudos para o estabelecimento do nosso limite aceitável de concentração de chumbo no sangue.

3.10.1.1 USP DESENVOLVE BATERIA ECOLOGICAMENTE CORRETA

Um grupo de pesquisadores da USP de Ribeirão Preto está, desde abril de 2000, desenvolvendo baterias recarregáveis de íons de lítio, que causam menor impacto ambiental e alcançam maior tensão do que as baterias convencionais, com custo de produção relativamente baixo. "A grande vantagem é que essa bateria pode ser produzida com diversos materiais. Usando diferentes eletrodos (condutores de elétrons e íons), produzem baterias com tensões, potências e toxicidades diferentes", explica Maurício Rosolen, professor responsável pelo grupo de pesquisa no Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP de Ribeirão Preto (FFCLRP). "Basta usar materiais menos tóxicos para produzir baterias mais ‘verdes’ e com melhor performance energética, enquanto as baterias convencionais, que só podem ser fabricadas usando os mesmos materiais, obtêm sempre os mesmos resultados e dão menos alternativas de melhorias aos fabricantes".

As baterias atualmente mais comercializadas no país têm constituintes tóxicos e cancerígenos, que prejudicam o meio ambiente quando vazam ou são abertas (por corrosão, por exemplo). Essa nova classe de baterias de íons de lítio pode ser produzida com materiais menos prejudiciais ao meio ambiente, como o óxido de manganês, grafite ou pirita mineral devidamente modificados, que podem ser produzidos em grandes quantidades no Brasil. "O importante é que, em caso

de vazamento, não estaremos introduzindo no solo produtos químicos tóxicos que contaminem lençóis freáticos", ressalta Rosolen.

As baterias de íons de lítio alcançam maior voltagem (até 5V) porque utilizam eletrólitos (solventes) não-aquosos. As demais baterias utilizam eletrólitos aquosos, e a água se decompõe em oxigênio e hidrogênio quando superam 2 Volts. "Onde você usa três pilhas de níquel /cádmio ou níquel/hidreto de níquel, você usaria uma pilha de íons de lítio", afirma Rosolen, lembrando que elas podem ser usadas em qualquer tipo de equipamento. A pilha recarregável de íons de lítio armazena energia através da intercalação destes íons no interior do eletrodo (a quantidade de íons que entra deve ser a mesma que sai), mantendo a composição química do eletrólito, enquanto, nas demais baterias, o eletrólito tem sua composição química e propriedades físicas alteradas.

Segundo o professor, as baterias recarregáveis de íons de lítio têm sido cada vez mais vendidas, já que "funcionam bem, são compactas, leves e têm grande durabilidade", atendendo à demanda dos avanços dos equipamentos eletrônicos. "No caso dos celulares, continuam melhorando a performance a cada ano, enquanto as outras estão se estabilizando", observa. As baterias de lítio também têm uma vida útil maior, já que descarregam pouco (cerca de 10% em vários meses), agüentam mais de 800 recargas (uma bateria de níquel/cádmio agüenta cerca de 500, e uma alcalina tradicional recarregável 30), e não é preciso descarregá-la completamente para recarregar, como é recomendado aos usuários de baterias de níquel e cádmio.

Apesar de serem produzidas no Japão, Europa e Estados Unidos, ainda há alguns problemas para a produção efetiva de baterias de íons de lítio no País. "É

preciso importar uma série de componentes usados na bateria, além de o pessoal técnico que realmente sabe fazer as baterias já estar contratado no exterior", argumenta Rosolen. "Para produzir baterias de alta tecnologia no Brasil é preciso dar incentivos para a produção de seus componentes e, principalmente, ter pessoas formadas nessa área saindo das universidades".

O grupo de Ribeirão Preto desenvolve, há quatro anos, novos materiais para serem usados na bateria, como óxidos de baixa toxicidade e novos carbonos. "Os resultados são promissores, o que significa que é uma questão de tempo para logo encontrarmos baterias de íons de lítio com impacto ambiental muito baixo", conclui [18].

3.10.1.2 FORMAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDAS

A maior parcela do chumbo atualmente consumido no mundo destina-se à fabricação de acumuladores elétricos para diferentes fins. Quando essas baterias chegam ao final de sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de recuperação e reciclagem. Esta providência garante que seus componentes perigosos (metais e ácido) fiquem afastados de aterros e de incineradores de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo. Todos os constituintes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem. Uma bateria que tenha sido impropriamente disposta, ou seja, não reciclada, representa uma importante perda

de recursos econômicos, ambientais e energéticos e a imposição de um risco desnecessário ao meio ambiente e seus ocupantes [11].

Nos países desenvolvidos a reciclagem está próxima de 95 % enquanto no Brasil a reciclagem fica em torno de 80 %, sendo que nas grandes áreas urbanas chegam a 85 % e em áreas mais remotas, pouco é recuperado [12].

Um estudo realizado nos Estados Unidos, conforme figura 16, no período de 1997 a 2001, mostrou que a bateria de chumbo-ácido foi o produto com maior percentual de reciclagem, chegando a 97% de toda a produção, em relação a outros materiais recicláveis.

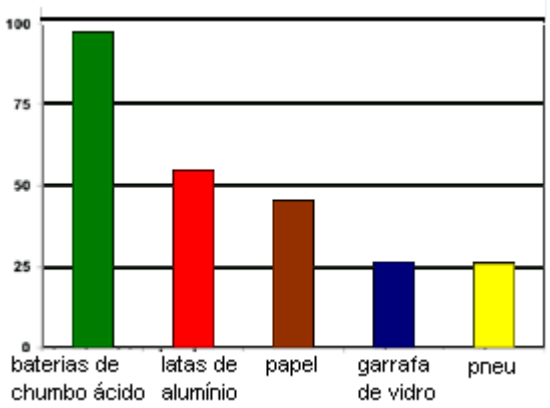


Figura 16 Estimativa Percentual de Reciclagem de Materiais Descartáveis. 1997-2001 Fonte: Battery Council [12]

O processo de reciclagem de bateria é dividido em trituração da sucata de bateria com separação do plástico; reciclagem propriamente dita deste plástico e recuperação de grelhas de chumbo ligado. O chumbo segue o processo de: separação, fundição, refino, lingotamento até a fabricação de novas baterias. O plástico é recuperado e reutilizado na produção de caixas e tampa de novas

baterias. A solução ácida é estocada e neutralizada (mistura de cal para iniciar processo de destilação), filtrada para recuperação dos óxidos e a solução retorna para reutilização.

Não há um substituto economicamente interessante para o chumbo, das baterias automotivas chumbo-ácido. Estima-se que das 5,5 milhões de toneladas do metal produzidas anualmente no mundo, cerca de 50 % são devido à produção secundária, ou seja, devido à reciclagem propriamente dita. As baterias automotivas de chumbo ácido representam 70 % do emprego mundial do metal chumbo, com uma vida útil de 20 a 60 meses. A reciclagem formalizada das baterias de chumbo ácido e a alternativa que se mostra mais adequada para compatibilizar interesse de economia e proteção ao meio ambiente [12].

O Brasil não é produtor de Chumbo primário, dependendo 100 % de importações para suprir sua demanda. Com a Convenção de Basiléia, as baterias chumbo-ácido foram classificadas como resíduo perigoso e tiveram seu comércio internacional afetado, causando um impacto significativo na economia ligada a este metal, uma vez que o preço do metal primário é superior ao preço da sucata. Este fato, associado com a promulgação de legislação específica, favoreceu a crescente demanda de reciclagem deste material no país. Todos os estabelecimentos que comercializam baterias automotivas, são obrigados a aceitar a devolução de baterias usadas de qualquer marca [28] e preservar a solução ácida (não jogando em esgotos, nem adicionando água). Cuidando desta forma, para que o manuseio seja efetivado de forma adequada, evitando o tombamento das baterias em qualquer situação de armazenamento ou transporte para que não haja vazamento da solução ácida.

No senso prático, a reciclagem de um metal deve considerar:

A quantidade e a pureza do material recuperado, - Os mercados para o reciclado;

O valor unitário do metal;

Os custos de coleta, entrepostagem e transporte;

A quantidade, a periculosidade e os custos de tratamento e disposição dos resíduos do reprocessamento;

Custo final da operação como um todo.

Os fatores que mais influenciam na disponibilidade de materiais (metais) para reciclagem são:

A quantidade que foi colocada no mercado, no período de tempo passado equivalente a uma vida útil média desse material;

A disponibilidade local de produtos descartados contendo metais em formas e quantidades interessantes;

O projeto do produto em termos de facilidade de reciclagem (produtos projetados para serem reciclados);

A extensão , o grau de capilaridade , a eficiência do sistema de coleta, entrepostos e a distribuição de produtos pós-consumo.

A armazenagem de baterias usadas de chumbo-ácido deverá ser feita em local coberto, com piso apropriado (concreto), com muretas ou canaletas ou recipiente tal que se possa ser usado como contenção. Em caso de vazamento, devem ser mantidas separadas de baterias novas e de outros produtos. O transporte de bateria chumbo ácido deve estar de acordo com o Decreto Lei nº 96044 de 18 de maio de 1988, que trata do transporte rodoviário de produtos perigosos, legislação

e normas técnicas complementares como segue: os veículos deverão ter afixados painéis de segurança (placas), contendo número de identificação do risco do produto e número produto: 88/2794, e rótulos de risco (placa de corrosivo, conforme NBR 8500), com motorista credenciado e carga lonada ou caminhão baú. O veículo deverá ter “Kit” de emergência e EPI. O motorista deve manter envelope com ficha de emergência com instruções para acidentes, incêndio, ingestão, inalação, telefone de contato, etc. [28].

3.11 CASO DA BATERIAS MOURA

3.11.1 ACUSAÇÃO

O texto foi feito tendo como base o caso do *Grupo Moura,* extraído da página eletrônica do Greenpeace no Brasil [7],fabricante de baterias com sede em Pernambuco, cujas atividades poluentes bem conhecidas têm sido sustentadas nos últimos anos pela importação ilegal de baterias usadas dos Estados Unidos, para reciclagem.

Embora proibidas desde maio de 1994, as importações de baterias usadas para o Brasil nunca cessaram. De acordo com o Departamento de Comércio dos Estados Unidos, de janeiro a abril de 1997 foram exportados US$ 842.000 de “*Waste and Scrap of Primary Cells, Primary Batteries and Electric Storage Batteries for the Recovery of Lead*”. De acordo com a mesma fonte, durante os primeiros cinco meses de 1996, 72 toneladas de baterias usadas foram exportadas dos EUA para o Brasil.

Analisando os manifestos de carregamento dos navios no porto de Miami nos primeiros cinco meses de 1997, o Greenpeace averiguou que 108 contêineres (com quase 3 mil toneladas de carga) rotulados como baterias com ácido (*battery wet filled with acid UN2794*) foram enviadas para os portos de Suape e Recife, em Pernambuco. O código UN2794 é o código de envio de materiais perigosos aceito internacionalmente pelas Nações Unidas para “baterias úmidas com ácido”. Todos os containeres foram enviados pela International Trade Partners, de Medley, Flórida.

A International Trade Partners está registrada como empresa de venda de sucata de metais e baterias, com cinco empregados. Investigações posteriores revelaram que as operações dessa pequena empresa praticamente se restringem à exportação de baterias usadas para o Brasil.

Na outra ponta desse comércio, no Brasil, o Greenpeace descobriu, ao consultar as estatísticas de comércio exterior (Secretaria de Comércio Exterior - SECEX/ DECEX), que de janeiro a junho de 1997, o Grupo Moura importou dos EUA 5 mil toneladas de sucata de chumbo de baterias, no valor de U$ 774.267,00. Essas importações foram registradas sob o código 85.48.10.10, sucata e resíduos de chumbo de baterias. Uma nota de rodapé no documento diz: *“importação proibida (Resolução Conama 23/96)”*, o que não parece ter sido suficiente para que as autoridades interrompessem a importação ilegal.

A importação de baterias de chumbo usadas, classificadas como resíduos perigosos pela legislação nacional e internacional, está proibida pela legislação brasileira desde maio de 1994. Uma cláusula de exceção permitia, contudo, a

importação de resíduos perigosos, desde que se provasse haver “absoluta imprescindibilidade” de um determinado tipo de resíduo.

Foi atendendo à solicitação de empresas processadoras de chumbo e baterias elétricas que, em 11 de outubro de 1996, o Ministro do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Gustavo Krause, assinou a Resolução nº 8, autorizando nove empresas brasileiras a importar baterias usadas para o reaproveitamento do chumbo *ad referendum* do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

A Resolução nº 8 teve vida curta devido à enérgica reação das entidades ambientalistas, do Conama, de deputados federais e da imprensa. Uma semana após assinada e duramente questionada durante a 24ª. reunião do Conama, no dia 24 de outubro, a Resolução nº 8 foi suspensa pelo Ministro e, a 6 de dezembro, definitivamente revogada.

Entre as nove empresas que a resolução autorizava a importar baterias de chumbo usadas, se encontrava o Grupo Moura, de Pernambuco. O relatório destaca o caso do Grupo Moura por duas razões:

1) A Aspan e o Greenpeace já vinham investigando essa empresa em virtude das continuadas denúncias que recebiam, tendo coletado amostras de solo, sedimentos e efluentes líquidos em setembro de 1996, as quais comprovavam que a empresa estava efetivamente poluindo não apenas a área da própria empresa mas também seu entorno.

2) Existem provas contundentes de que o Grupo Moura continuou importando ilegalmente baterias usadas ao longo dos dois últimos anos, em desrespeito

flagrante à legislação nacional e internacional. As importações da Moura vieram dos EUA, país que não faz parte da Convenção da Basiléia. De acordo com o artigo nº 4, ítens 3 e 5 dessa Convenção, da qual o Brasil é signatário, comerciar resíduos perigosos com país não membro da Convenção constitui crime.

Essas importações ilegais foram denunciadas, pela primeira vez, em outubro de 1996, pelas entidades ambientalistas Greenpeace e Associação Pernambucana para a Defesa da Natureza (Aspan). Nessa época, o Greenpeace e a Aspan haviam coletado amostras de água, solo e sedimento de duas fábricas da Moura, no agreste pernambucano. Os resultados das análises, feitas em laboratórios do Brasil e da Inglaterra, demonstraram que a Moura estava contaminando o meio ambiente em seu entorno.

As entidades ambientalistas denunciaram esse comércio ilegal ao Conama, ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (Ibama) e à Procuradoria Geral de Justiça do Estado de Pernambuco, através do Ministério Público Federal em São Paulo, já em outubro e novembro de 1996. De lá para cá, como mostram nossas investigações, a Moura continuou importando baterias de chumbo usadas dos EUA.

O Grupo Moura, fundado há mais de 40 anos, tem cinco empresas trabalhando com baterias automotivas. Três delas se localizam no município de Belo Jardim, em Pernambuco: Acumuladores Moura, Metalúrgica Bitury e Cia Moura Indústria de Separadores.

O Sindicato de Metalúrgicos de Pernambuco vem acompanhando desde 1991 as atividades do Grupo Moura, em virtude dos inúmeros problemas relacionados com a saúde de seus trabalhadores. A pedido do Sindicato de

Metalúrgicos, o ITEP - Fundação Instituto de Tecnologia de Pernambuco - realizou, em agosto daquele ano, exames laboratoriais em 51 trabalhadores da Moura Baterias, Acumuladores Moura e Elba Eletrometalúrgica Brasil Ltda, as duas primeiras pertencentes ao Grupo Moura. Os resultados foram assustadores: cerca de 63% dos trabalhadores examinados apresentavam níveis de contaminação com chumbo acima de 60 microgramas de chumbo para cada 100 mililitros de sangue, ou seja, mais da metade apresentou índice de contaminação acima do máximo permitido por lei.

Também a Delegacia Regional de Trabalho em Pernambuco, Divisão de Segurança e Medicina do Trabalho chegou a uma conclusão semelhante em seu laudo pericial do processo nº. 24 330-014419/91, de novembro de 1991:

> "Existe insalubridade em grau máximo para os setores de fundição, moldagem das grades e misturador de óxido de chumbo. Existe insalubridade em grau médio para os setores de empastamento das placas e formação de baterias. O mesmo laudo constatou que, no setor de fundição de lingotes de chumbo, os empregados não utilizavam luvas, aventais, botas e proteção respiratória: no de moldagem das grades, não utilizavam luvas, calçados e faziam refeições sobre a bancada; por fim, no de empastamento, os empregados não utilizavam luvas e aventais".

Em novembro de 1992, a pedido do grupo Moura, a Fundacentro-PE produziu um "Relatório Técnico quanto à Exposição Ocupacional de Chumbo nas Dependências das Empresas Acumuladores Moura S/A e Metalúrgica Bitury". Nele lê-se às páginas 15 e 16 as seguintes conclusões:

> "Analisando-se os dados no levantamento quantitativo, verificou-se que, com exceção da fase inicial do empastamento e da operação de soldagem na Linha 4, na Acumuladores Moura e Moinho de Caixas na Reciclagem de Caixas, todos os demais setores, tanto da Acumuladores Moura como da Metalúrgica Bitury apresentaram concentrações de chumbo no ar superior ao limite de tolerância estabelecido pela legislação trabalhista brasileira" e que 16 pontos analisados, do total de 25, apresentaram

> "concentrações de chumbo superiores ao valor máximo", caracterizando "uma situação de grave e iminente risco para a saúde dos que não estão protegidos".
> Em 27 de agosto de 1995, "O Jornal do Commercio" informava:
>
> > "Na semana passada, o Grupo Moura demitiu 86 operários que trabalhavam na fábrica de baterias localizada em Suape, no Cabo. De acordo com o Sindicato dos Metalúrgicos, 30% desses trabalhadores estariam contaminados por chumbo, com índices acima de 60 miligramas por decilitro de sangue, limite de tolerância do organismo, e que caracteriza o saturnismo".

Até agosto de 1996, contudo, o quadro de insalubridade dos trabalhadores da Moura não havia se modificado significativamente. O Sindicato dos Metalúrgicos de Pernambuco solicitou ao Centro Toxicológico do Nordeste Ltda. (Toxine) que realizasse exames de sangue em 11 trabalhadores, que se encontravam afastados das empresas Moura há cerca de seis meses. Desse total, apenas dois trabalhadores apresentavam valores aceitáveis, isto é, abaixo de 40 μg/100 ml de sangue.

Os fatos acima relatados e a prática de demitir seus funcionários com alto índice de contaminação por sais de chumbo, fez com que o Grupo Moura Baterias fosse o vencedor do concurso "Degradador do Ano", promovido pela Aspan. A Moura encabeçou a lista das dez empresas que mais contribuíram com danos ambientais. Ela foi a responsável direta, segundo pesquisas da Aspan, pelo comprometimento da bacia do Rio Ipojuca através dos seus afluentes e pelo lançamento de resíduos ácidos e excesso de sais de chumbo no meio ambiente, provocando sérios problemas respiratórios na população e a contaminação dos seus trabalhadores.

Entre 1995 e 1996, o Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) realizou um estudo sobre a qualidade da água do Rio Ipojuca. Em seu relatório intitulado “Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Ipojuca”, na página 5, pode-se ler que os efluentes da Moura Baterias Industriais apresentam resíduo ácido contendo sais de chumbo, e por isso há perigo de contaminação da população residente e comprometimento da fauna e flora da região. Quase metade da área do município de Belo Jardim, onde estão três empresas do grupo Moura, pertence à bacia hidrográfica do Rio Ipojuca.

Em setembro de 1996, em virtude das denúncias que continuavam recebendo, o Greenpeace e a Aspan realizaram um levantamento preliminar do grau de contaminação por chumbo na área de influência do Grupo Moura Baterias. As fábricas analisadas foram a Acumuladores Moura e a Metalúrgica Bitury, ambas localizadas em Belo Jardim.

Ali foram coletadas duas amostras distintas por ponto de amostragem, sendo cada série de amostras enviadas para análise em dois laboratórios: a ambiental Laboratório e Equipamentos Ltda. em São Paulo e o Exeter Laboratory, na Inglaterra (ICP-AES). Os resultados das análises podem ser vistos na tabela 20.

Acumuladores Moura – Novas Baterias		
Saída de efluentes líquidos da fábrica para a comunidade		
	Ambiental	*Exeter*
Amostra 1 A (*água)*	4,9 mg/l	3,94 mg/l
Amostra 2 A (*sedimento)*	56872,0 mg/kg	25368,90 mg/kg
Amostra 1 B (*água)*	1,1 mg/l	1,74 mg/l
Amostra 2 B (*sedimento)*	686,0 mg/kg	2607,90 mg/kg

Metalúrgica Burity – Reciclagem		
Depósito de caixas usadas		
	Ambiental	*Exeter*
Amostra 1 C *(solo)*	12854,0 mg/kg	25943,9 mg/kg
Depósito de escórias		
	Ambiental	*Exeter*
Amostra 1 D *(solo)*	29755,0 mg/kg	20085,0 mg/kg
Amostra 2 D *(escórias)*	69924,0 mg/kg	26386,1 mg/kg

Tabela 18 Análise da Agua e do Solo Fonte: CEMPRE [26]

Como se pode verificar na acima, os dados das análises de água e sedimento, adjacentes à fábrica Acumuladores Moura, indicam a presença de níveis altíssimos de chumbo na região amostrada. O nível máximo de chumbo permitido em efluentes líquidos industriais tratados, antes de serem lançados nos corpos hídricos receptores, é de 0,05 mg/l [28].

Os teores de chumbo nas amostras coletadas na Metalúrgica Bitury variaram de 20.085 a 122.854 mg/kg. De acordo com a classificação do Reino Unido, solos contendo níveis de chumbo acima de 2.000 mg/kg são considerados altamente contaminados. Assim, os resultados preliminares indicam uma contaminação de dez a 60 vezes acima do padrão permitido por aquela legislação.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA recomenda a remoção permanente do solo contaminado quando este atinge níveis superiores a 5.000 mg/kg. A legislação brasileira, porém, não estabelece parâmetros máximos aceitáveis para contaminação do solo com chumbo.

Em 1994, os países membros da Convenção da Basiléia sobre Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos decidiram, por consenso, proibir imediatamente todas as exportações de resíduos perigosos destinados à disposição final, provenientes dos países da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), para países não pertencentes a essa organização. Essa proibição também incluía o compromisso de suprimir o envio de resíduos perigosos destinados à reciclagem, oriundos dos países mais ricos para os demais, a partir de janeiro de 1998. Essa proibição, que passou a ser chamada de Proibição da Basiléia foi incorporada ao texto da Convenção na forma de uma emenda, durante a III Conferência (Genebra, 1995). O Brasil foi um dos países que aprovou a Proibição da Basiléia e depois sua transformação em emenda. Essa proibição é legalmente obrigatória para todos os integrantes da Convenção, atualmente, mais de cem países.

A aprovação da Proibição da Basiléia só foi possível graças aos esforços concentrados dos países em desenvolvimento, que formam o G-77. A medida foi saudada mundialmente como uma grande vitória da justiça ambiental. Efetivamente, durante muito tempo, os interesses comerciais inescrupulosos das nações ricas, aproveitando-se da legislação ambiental menos rígida dos países em desenvolvimento, puderam externalizar os custos com a minimização de seus resíduos perigosos e evitar a busca de tecnologias limpas. A Proibição da Basiléia

foi a resposta dos países em desenvolvimento a essa tendência perversa do mercado internacional, de transformá-los em depositários do lixo dos países industriais.

O fato de a Proibição da Basiléia incluir a proibição da exportação de resíduos perigosos também para reciclagem é de enorme importância, pois é com esse pretexto que 90% das exportações de resíduos perigosos para o Terceiro Mundo continuam ocorrendo. Através de inúmeras investigações, o Greenpeace vem mostrando que a reciclagem de resíduos perigosos, apesar da conotação "verde" do nome reciclagem, constitui uma das operações industriais mais sujas de que se pode ter. Por isso, não causa nenhuma surpresa o fato de que essas empresas de reciclagem se concentrem cada vez mais em países onde a força de trabalho é barata e onde a legislação e a fiscalização ambiental são deficientes. Assim, se por um lado a Proibição da Basiléia impede que os países desenvolvidos possam continuar externalizando seus custos ambientais, ela também protege os países em desenvolvimento carentes de padrões ambientais rígidos, de se tornarem especializados em reciclagem de resíduos perigosos, rumo que comprometeria qualquer projeto de desenvolvimento sustentável.

Os principais fatores atuantes no comércio de baterias usadas são típicos a todo o comércio de resíduos perigosos. Nos países desenvolvidos, enquanto crescem os custos regulatórios concernentes à saúde ocupacional e ao meio ambiente para as indústrias recicladoras de baterias, os preços para o chumbo reciclado continuam baixos.

Em muitos desses países não está mais valendo a pena operar fundições secundárias de chumbo. Os comerciantes de baterias usadas encontram preços

mais convidativos em países onde os salários e os custos ambientais são mais baixos.

Nos países desenvolvidos, em geral, existe a coleta de baterias usadas. Países como a Suécia, a Alemanha e a Itália utilizam um sistema de imposto, ajustável ao preço do chumbo. Quando o preço do chumbo está muito baixo para tornar rentável a reciclagem adiciona-se uma taxa ao preço da bateria nova, destinada a financiar a coleta e reciclagem das baterias usadas.

Nos EUA, por exemplo, vários Estados exigem que os revendedores aceitem a devolução de baterias usadas quando da compra de novas. Em muitos deles também vigora o sistema de um depósito em caixa na compra de novas baterias, o qual retorna ao consumidor quando este devolve sua bateria usada. Esses sistemas contrastam claramente com a situação de muitos países em desenvolvimento, onde as baterias são coletadas de forma irregular e o reaproveitamento do chumbo é realizado em condições as mais precárias para os trabalhadores e o meio ambiente.

Ambas circunstâncias tornam a importação de baterias usadas para recuperação de chumbo um bom negócio do ponto de vista econômico, pois os seus custos ambientais não são incorporados aos custos produtivos.

A verdade é que nos últimos anos, a reciclagem de chumbo tem atravessado uma crise nos países altamente industrializados, devido à incorporação dos seus altos custos ambientais. Assim, a fundição secundária de chumbo já está abandonando massivamente os EUA. Segundo o "Journal of Metals",

> "…os custos de instalação de equipamentos de controle de emissões e seguros contra contaminação forçaram o fechamento de mais da metade dos fundidores secundários de chumbo na América do Norte".

Cresceu a pressão no Brasil para que se proibisse totalmente esse tipo de comércio. Os diversos casos de comércio ilegal de resíduos perigosos, denunciados por organizações ambientalistas, indicavam claramente que as autoridades brasileiras não conseguiam fiscalizar seus portos devidamente e, portanto, eram incapazes de fazer cumprir a legislação brasileira concernente às importações de resíduos.

Na verdade, esse não era apenas um problema brasileiro. As principais vítimas do comércio internacional de resíduos perigosos, os países em desenvolvimento, em geral não dispõem de recursos para fiscalizar devidamente suas costas e alfândegas. A solução para isso, na opinião de muitos especialistas na área, seria uma proibição internacional - que colocasse o ônus dessa fiscalização nos grandes exportadores de resíduos perigosos, ou seja, nos países ricos.

No Brasil, várias entidades ambientalistas e sindicais, especialmente as de portuários, enviaram, então, cartas ao Ministério do Meio Ambiente solicitando que, além de proibir taxativamente qualquer importação de resíduos perigosos para o país, o Brasil apoiasse a proposta de proibição de exportação de resíduos perigosos para os países em desenvolvimento, durante a próxima reunião da Convenção da Basiléia, que se realizaria em março de 1994.

Embora a nova resolução fosse muito mais restritiva que a anterior, ela ainda deixava em aberto a possibilidade de se importar resíduos perigosos. Como

era de se esperar, o Grupo Moura e o Instituto de Chumbo e Zinco imediatamente solicitaram autorização, que estava sendo objeto de exame nos órgãos técnicos do Conama na data da publicação do presente relatório. Dificilmente, contudo, tais importações poderão se realizar, pois desde 31 de dezembro de 1997, ficau proibido a qualquer país não pertencente à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), importar resíduos perigosos de países OCDE.

3.11.2 A DEFESA

O texto foi realizado tendo como base a referência [44]. O Grupo Moura realizou melhoramentos na área ambiental/ocupacional e alguns desenvolvimentos tecnológicos associados. Investimentos realizados nos últimos anos tanto na área ambiental como em tecnologia permitiram que a empresa obtivesse resultados expressivos em ambos os aspectos, tais como a liderança de mercado e descontaminação de seus funcionários.

O efeito da produção de baterias sobre o ambiente pode ser dividido em dois aspectos: ocupacional, devido à contaminação do ambiente interior à fábrica e ambiental, devido à emissão de efluentes para as regiões externas à fábrica.

A primeira delas está sujeita a regulamentação por órgãos ligados a questões trabalhistas, tais como as delegacias regionais de trabalho e em última instância o Ministério do Trabalho. A segunda é regulamentada por órgãos de preservação do meio ambiente, tais como CPRH em nível estadual e CONAMA em nível federal.

O risco de exposição a compostos de chumbo no interior das fábricas de baterias existe em praticamente todos os setores diretamente ligados à produção. Com isto, em praticamente todos os setores o uso de equipamento de proteção individual é obrigatório. Além disto, por questões da legislação trabalhista um acompanhamento do nível de chumbo na circulação sangüínea é realizado periodicamente em todos os funcionários da fábrica. Para um melhor entendimento destes riscos, observa-se a figura abaixo:

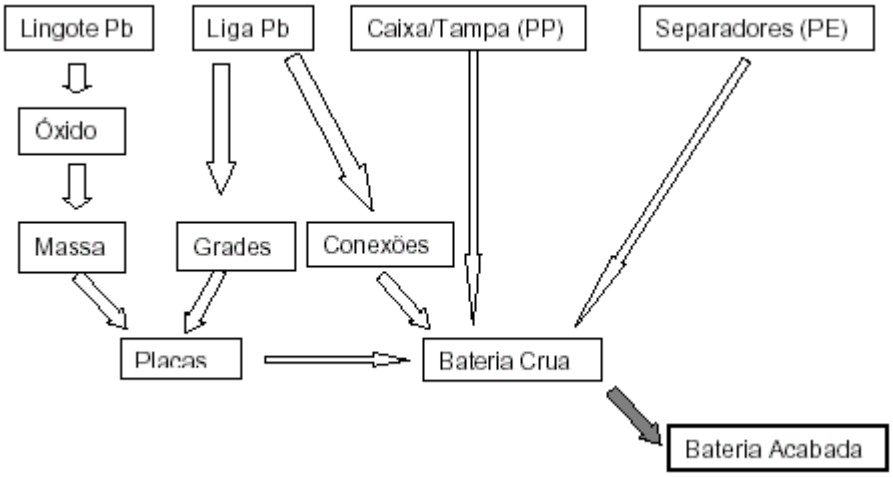


Figura 17 Fluxograma de Produção Fonte: [7]

O chumbo metálico em lingotes praticamente não apresenta risco de contaminação. Em sua primeira etapa, a produção de óxido de chumbo, surgem aspectos em que a relação tecnologia/meio ambiente é evidenciada. O processo de produção de óxido de chumbo a partir de chumbo metálico e oxigênio é exotérmico e em princípio, não deveria consumir energia. Existem basicamente dois processos para a realização desta oxidação. No processo Barton, chumbo fundido é agitado na presença de ar. Em moinhos de atrito, pedaços de chumbo

são atritados em um tambor, na presença de ar. As características físico-químicas dos óxidos obtidos pelos dois processos são distintas, cada uma apresentando suas vantagens e desvantagens. Os europeus utilizam mais freqüentemente o óxido de atrito, enquanto que os americanos empregam o óxido de Barton. A Moura emprega ambos os processos, com prioridade ao óxido de Barton. Como o chumbo precisa ser fundido neste processo, existe um custo adicional de energia e a emissão de vapores de chumbo que necessitam ser contidos em coifas. O isolamento térmico do cadinho em que o chumbo é fundido é fundamental para uma eficiência energética do processo. Os dois processos resultam em um pó que necessita ser corretamente armazenado. Este pó possui uma fração apreciável de chumbo não oxidado, e portanto é um material sujeito a posterior oxidação no ambiente.

Até tempos recentes a Moura armazenava o óxido em tambores de 300 kg.

Do ponto de vista tecnológico isto requeria um transporte constante desde o local de produção até o local de uso posterior, variação indesejável e descontrolada nas propriedades do óxido de tambor para tambor e ocupação desnecessária de espaço.

Do ponto de vista ambiental, o transporte desse material aumentava o risco de exposição a chumbo. O óxido de chumbo é um pó e portanto pode ocorrer na atmosfera na forma de partículas suspensas e de poeira espalhada pelo piso. O uso de silos de armazenagem é comum em diversas fábricas no mundo inteiro existindo diversos sistemas disponíveis no mercado. Apesar disto, a Moura desenvolveu seu próprio projeto de ensilagem. O óxido produzido por diversos reatores é automaticamente transportado em esteiras fechadas e misturados em

diversos silos de maior capacidade. Com isto ganhou-se espaço físico, estabilizaram-se as propriedades físico-químicas do óxido utilizado e diminui-se o risco de exposição a chumbo no setor. Os ganhos de qualidade com a estabilização das propriedades desse importante insumo são imensos. Das características físico-químicas do óxido depende toda a seqüência de processos seguintes, que irão determinar em última instância, o desempenho do produto final: a bateria. A etapa seguinte é o processamento deste óxido. Na masseira, o óxido de chumbo é transformado em uma massa que será aplicada sobre as grades de chumbo. O óxido armazenado nos silos é pesado automaticamente e transferido para a masseira sem contato com o operário. Isto torna o processo mais confiável e minimiza os riscos de contaminação.

A massa é manuseada por operadores de empastadeira e neste setor além de máscara é obrigatório o uso de luvas. As placas obtidas nesse processo são acondicionadas pelos operários em cavaletes que são transportados por empilhadeiras para estufas de cura e secagem. Em todo este setor, nos postos de trabalho existem coifas exaustoras para aspiração contínua de pó para minimizar a exposição do operário a compostos de chumbo. Este pó é filtrado e o ar emitido é isento de chumbo. Como o transporte de placas leva inevitavelmente à dispersão de pó no piso da fábrica, a mesma é varrida e aspirada continuamente. A lavagem do piso também é um procedimento freqüente.

A produção de grades de chumbo é feita por fundição e à gravidade. Ou seja, o chumbo fundido escorre para os moldes que são resfriados. Aqui novamente, a emissão de vapores é uma fonte de contaminação, minimizada pelo resfriamento ambiente dos mesmos. A próxima etapa, o processamento das

placas, é realizada com exaustão para aspiração dos pós liberados. Existem ainda alguns pontos em que vapores de chumbo são emitidos (fabricação de conexões e levantamento de bornes), mais uma vez controlados com exaustão e resfriamento.

Todo o pó, massa, lama produzido no interior da fábrica têm essencialmente dois destinos: filtros e tanques. Os filtros são limpos periodicamente e os tanques são decantados. Todo o material sólido assim obtido é encaminhado à metalúrgica para reciclagem. Este sistema de contenção e aspiração exigiu investimentos da ordem de US$ 500.000,00, e consome cerca de US$ 100.000,00 na sua manutenção. Como resultado, a fábrica tem mantido com freqüência o índice de 100% dos trabalhadores com teor de chumbo na circulação sangüínea dentro dos níveis estipulados pela legislação.

O segundo rejeito mais importante da fábrica é o ácido sulfúrico. Ele é empregado na produção de massa, na formação das baterias e no acabamento.

Todo o ácido é recolhido e neutralizado antes de ser descartado como efluente. Para a produção de baterias seladas o controle de impurezas dos componentes é bastante rígido; apesar disto, a empresa conseguiu adotar um sistema de reaproveitamento de soluções de ácido sulfúrico que anteriormente era perdido como rejeito através de um monitoramento constante dos níveis de contaminação nos estoques de ácido, sem alteração das tolerâncias nas especificações de impureza. Este procedimento minimiza custos e permite que menos efluentes sejam produzidos. Como já foi dito, a fábrica possui um sistema de drenagem onde todo líquido em seu interior (incluindo águas pluviais) é direcionado para tanques de decantação e neutralização. A decantação remove partículas sólidas contendo compostos de chumbo (principalmente óxidos e

sulfatos). A neutralização reduz a acidez e abaixa a solubilidade de compostos de chumbo resultando em um efluente praticamente isento de chumbo. Existem basicamente duas opções para neutralização: com sonda cáustica e com cal. No primeiro processo o subproduto é sulfato de sódio enquanto que no segundo é sulfato de cálcio. Em ambos, alguns hidróxidos também são formados, incluindo-se aí hidróxido de ferro originário dos diversos equipamentos e instalações. Todo esse efluente é jogado em lagoas de decantação. Como ainda não foi encontrado uso comercial para os subprodutos sólidos, eles são acondicionados em aterros apropriados. No caso específico, como o custo da cal é bastante inferior ao da soda cáustica, a primeira vem sendo empregada. A emissão de compostos de chumbo e efluentes ácidos ao exterior da fábrica, como já foi mencionado, é controlada no Estado de Pernambuco pela CPRH. Além disto, existe uma norma industrial, a ISO 14000 que trata deste assunto (Cajazeira, 1997). A ISO 14000 trata especificamente da questão ambiental exterior à fábrica, não se preocupando com a questão ocupacional, ou seja, a contaminação no interior. Para que a empresa se certifique segundo esta norma a mesma deve estabelecer um rígido sistema de controle de emissões, e passar por um processo de auditoria.

A motivação para esta certificação é dupla: a melhoria da qualidade ambiente no interior da fábrica (de forma indireta) e uma conformidade com a legislação ambiental. Isto resulta indiretamente em maior aceitação do produto no mercado, tanto por parte dos consumidores finais, como por parte dos clientes industriais (montadoras de veículos, por exemplo). A obteve em 2002 a certificação ISO9001 e ISSO 14001. Como foi dito anteriormente, a empresa detém quase todo o ciclo fabril: produção de chumbo, caixas plásticas e baterias.

Os únicos componentes que não são produzidos pela própria empresa são separadores de polietileno, empregados para separar o ânodo do cátodo. A unidade responsável pela produção do chumbo, na forma de chumbo refinado ou de ligas, também é responsável pelo reaproveitamento de sucatas. Este processo, que no passado era feito manualmente, atualmente é feito de forma automática. As sucatas de baterias são quebradas e passam por um processo de separação baseada na densidade: o material e flotado: os compostos de chumbo são separados da matéria plástica e o efluente líquido é neutralizado. O material plástico é reaproveitado na fábrica de caixas e tampas e o material contendo compostos de chumbo segue para o refino.

Como na fábrica de baterias, todo efluente é contido no interior da planta e redirecionado para uma estação de tratamento de efluente que essencialmente faz a neutralização e decantação do mesmo. O resíduo sólido consiste em sua quase totalidade de sulfato de cálcio. Não existe processo de reciclagem com 100% de reaproveitamento. No caso da metalúrgica, existe como subproduto a escória. Esta escória poderá ser mais ou menos rica em chumbo, dependendo da eficiência do processo. Atualmente, esforços estão sendo direcionados para a obtenção da chamada escória verde: escória com mínimo teor de chumbo e que poderia ser reaproveitada em outros processos industriais (por exemplo, pavimentação), sem a necessidade de ser contida em aterros específicos. Com a crescente conscientização por parte da sociedade de que os processos industriais necessitam ser ecologicamente corretos, as indústrias para sua própria sobrevivência, têm procurado soluções as mais diversas para seus problemas específicos. Na fabricação de baterias de chumbo-ácido que manuseia

rotineiramente toneladas de de elementos tóxicos, foram encontradas soluções que permitem colocar no mercado um produto de elevada competitividade. A abordagem adotada pela empresa aqui exemplificada, Acumuladores Moura, tem permitido, à mesma, avanços expressivos, resultando em descontaminação de seus funcionários e a liderança de mercado.

4 CONCLUSÕES

A capacidade em armazenar energia elétrica sempre foi o principal motivo da existência dos acumuladores. Isto faz destes equipamentos essenciais para o sistema elétrico, de telecomunicações, movimentação de carga em ambientes fechados, computação, etc.

Esta pesquisa mostra no seu começo a história dos acumuladores, abordando aspectos de sua descoberta e o avanço para a humanidade a partir do domínio desta tecnologia. Sabemos não ser possível comparar numericamente os grandes passos da evolução tecnológica humana entre si, inventos como a roda parece simples se comparados a computadores e espaçonaves, mas com certeza a invenção dos acumuladores foi o primeiro grande passo do homem em direção ao conhecimento e o conforto que temos na vida moderna. A pesquisa dos dados construtivos de vários fabricantes, tecnologias aplicadas, evoluções tecnológicas e tendências de mercado, permitem chegar a várias comparações do invento original com o atualmente utilizado. A principal observação a fazer é que o equipamento mudou muito com relação à qualidade dos materiais utilizados, principalmente quando observamos os graus de pureza dos metais e a alta capacidade dos separadores de permanecerem inertes as reações químicas aliados aos vasos transparentes que muito facilitam na manutenção, pois permitem visualizar o interior do elemento para verificação do seu estado além de serem praticamente estanques com relação a vazamentos de hidrogênio pelos seus poros.

A pesquisa de normas que regulamentam os ensaios e materiais aplicáveis na construção dos acumuladores, salas de baterias e retificadores cercam de segurança o consumidor destes, ao mesmo tempo em que dão uma linha de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos que venham atender necessidades específicas.

Durante muitos séculos o chumbo foi utilizado indiscriminadamente na fabricação de tintas, utensílios domésticos, brinquedos, aditivo no combustível, etc., muito pouco se sabia sobre seus efeitos cumulativos sobre a saúde. Hoje os órgãos governamentais, saúde pública e a sociedade controlam suas emissões, extração e reciclagem de forma que este material tenha procedência, uso e destino final adequado; nota-se uma consciência maior aplicada na fabricação com relação a saúde ocupacional bem como na reciclagem dos dejetos, mesmo que os avanços tenham sido na forma de sanções, como multas ou fechamento de instalações irregulares, o que é inegável, é que houve evoluções no trato do assunto, e elas vieram para melhorar.

O baixo custo e o alto conhecimento científico propicia o grande destaque das baterias chumbo-ácidas em relação às demais, mesmo sendo estas compostas de materiais poluentes e tóxicos, fator que pode ser contornado uma vez que a bateria pode ser, quase que na sua totalidade, reciclada, reduzindo seus custos de fabricação. O uso das baterias reguladas a válvula está avançando nos campos onde antigamente eram utilizadas as do tipo ventiladas, sendo que as companhias de telecomunicações praticamente não usam mais as ventiladas, pois para estas companhias é conveniente, uma vez que estas possuem estações de retransmissão de sinal descentralizadas, distribuídas em vários pontos nas

cidades, o que dificulta a manutenção devido ao deslocamento exigido para ir ao local, bem como é possível instalar as baterias no mesmo local onde encontram-se os equipamentos que consomem este tipo de energia acumulada, não sendo necessária uma sala especial para acondicionar os elementos, sendo possível ainda aliar as vantagens da utilização do ar condicionado instalado nestes locais porque os equipamentos eletrônicos que estão ali instalados exigem temperatura ambiente controlada para seu funcionamento; como estas baterias não emitem gases corrosivos não há danos aos equipamentos, ao contrário das ventiladas. A temperatura utilizada nestes ambientes pelas companhias é de 25ºC, que segundo as normas e os fabricantes também é a ideal para que as baterias tenham maior durabilidade. Embora o acima citado, as baterias ventiladas têm ainda muito fôlego para competir neste mercado, uma vez que sua durabilidade é maior, o custo é menor e ainda permitem a inspeção visual para verificar condições internas, fato que não é possível nas seladas, devido a estas não serem feitas com vasos transparentes. Nos locais onde há grande quantidade de baterias utilizadas, equipes de manutenção e as ferramentas necessárias, a vantagem torna-se clara, pois o custo é signifitivamente menor, embora não tenha sido possível quantificar esses custos nos locais observados, devido à dificuldade de levantar todos custos envolvidos no processo. Apesar de não ter sido alvo desta pesquisa, as baterias ventiladas alcalinas ainda são usadas, devido a sua grande durabilidade, maior que todas outras, pois somente serão substituídas por fim de sua vida útil, estas possuem a característica de fornecer tensão de 1,2V.

As baterias automotivas que chegaram a ser utilizadas nas instalações alvo desta pesquisa, deixaram de ser usadas a partir do momento que os fabricantes

nacionais começaram a fazer baterias reguladas a válvula com aplicação específica para estes casos, uma vez que a característica de corrente das automotivas é para fornecer uma alta corrente por um intervalo reduzido de tempo, diferente da necessidade usual.

Com relação aos retificadores verificou-se que as empresas de telecomunicações utilizam fontes chaveadas modulares, pois estas são de fácil adaptação a carga no caso de ampliação basta instalar um novo módulo para ampliar a capacidade, embora estes tenham problema de causar interferência eletromagnética em alguns equipamentos. Os retificadores tiristorizados são usualmente utilizados nos casos de maior necessidade de corrente por serem considerados mais robustos, principalmente em instalações mais antigas

Com as normas que definem os ensaios que devem ser realizados, é possível avaliar a qualidade dos componentes que constituem o acumulador, sua capacidade e estimar sua vida útil, verificou-se que na unanimidade das empresas faz-se o ensaio de capacidade de descarga, com algumas variações. Enquanto algumas o executam conforme prescreve a norma, outras preferem simplesmente desligar o retificador e verificar se o banco é capaz de atender a carga pelo tempo necessário que foi dimensionado. O advento das baterias seladas reduziu consideravelmente as preocupações com manutenção e as empresas têm adotado como manutenção preventiva somente a leitura de tensão com periodicidade prescrita pelo fabricante como parâmetro principal de controle.

As baterias ventiladas não apresentaram nenhum resultado fora do esperado nas pesquisas realizadas com consumidores, sendo que o caso mais comum foi o do crescimento exagerado do pólo positivo e a migração por

capilaridade do eletrólito para fora pelos pólos, em apenas uma marca. Nas baterias seladas foi observado em quase todos casos o vazamento de eletrólito, sendo que em um caso houve o total escoamento do eletrólito. Em todos os casos citados houve reposição pelo fabricante dos elementos deteriorados. Um dos fabricantes pesquisados está adotando a medição da impedância do elemento como parâmetro de controle de capacidade; embora seja possível ser utilizado este método não é de eficácia comprovada e fica restrito a fornecer uma imagem sem resultados comprovados cientificamente sem respaldo das normas regulamentadas.

Finalmente observou-se que o melhoramento da performance das baterias se deve as novas técnicas de pesquisa utilizadas, como a microscopia eletrônica de varredura, a difração de nêutrons e raios-X, resonância magnética nuclear, métodos com traçadores radioativos, espectroscopia eletrônica de varredura, etc. A aplicação destas técnicas permitiu uma melhor compreensão das superfícies sólidas, as reações e conseqüentemente dos materiais utilizados na construção de acumuladores.

As novas pesquisas sobre o funcionamento das baterias, suas reações e o estudo constante dos materiais utilizados na fabricação, permitiram novos desenvolvimentos, alguns já em uso, tais como, eletrólito absorvido, eletrólito imobilizado, reposição automática de água, recombinação de gases, circulação forçada do eletrólito, baterias de baixa manutenção ou livres de manutenção entre tantas outras, demonstrando que ainda existe muito a ser pesquisado sobre estes equipamentos.

REFERÊNCIAS

1) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido ventilado, Especificação**. NBR-14197. Rio de Janeiro. 1998.
2) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido ventilado, Ensaios.** NBR-14198. Rio de Janeiro. 1998.
3) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido ventilado, Terminologia,** NBR-14199. Rio de Janeiro. 1998.
4) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula-Especificação.** NBR-14204. Rio de Janeiro. 1998
5) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula, Ensaios.** NBR-14205. Rio de Janeiro. 1998.
6) ABNT. **Acumulador chumbo-ácido estacionário regulado por válvula, Terminologia.** NBR-14206. Rio de Janeiro. 1998.
7) ACUMULADORES MOURA SA. Disponível em http:www.moura.com.br . Visitada em 08/2003.
8) ADELCO. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção de Retificadores.** 2001.
9) ALMEIRA, C. M.V.B.; BONILLA, S.H.; **Uma Importante Invenção**. Disponível em http: www.hottopos.com.br/regeq4/invention.htm. Visitada em 07/2003.
10) ANACLETTO, Silvio César. **Acumuladores**. Disponível em http: www.altatensao2001.hpg.ig.com.br/baterias.htm. Visitada em 07/2003
11) BATTERY COUNCIL INTERNATIONAL. **Battery Recycling**. Disponível em http:www.batterycouncil.org, visitada em 09/2003.
12) CAMPANILI, Maura. **Paraná lista 277 zonas de risco ambiental no Estado**, Disponível em http: www.conhecerparaconservar.org, Visitada em 09/2003.
13) CDC, Wonder. **Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity, 1992**.Disponível em http://cdc.gov/wonder/prevguid/previguid.htm. Visitada em 09/2003.
14) CETESB. **Contaminação Ambiental por Chumbo em Torno da Indústria FAE S/A, Indústria e Comércio de Metais, Caçapava** São Paulo.1993.
15) COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Baterias de Chumbo –Ácido**, Disponível em http: www.cempre.org.br. Visitada em 10/2003.
16) CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em http:www.mma.gov.br/conama. Visitada em 09/2003.

17) COPEL. **Ensaio de Capacidade de Descarga em Baterias.** ITP 050110. 2002.
18) COPEL. **Critérios de manutenção de Baterias Ácidas.** ITME-022.001. 1999.
19) COPEL. **Inspeção Semanal de Baterias Ácidas, Roteiro e Procedimentos.** ITME-022.002. 1999.
20) COPEL. **Manutenção Corretiva de baterias Ácidas e Alcalinas**. ITME-022.009. 1999.
21) DUARTE, Marcelo. **Guia dos Curiosos.** Companhia das Letras. 1º edição. 1995.
22) DUARTE, Marcelo. **O Livro das Invenções.** Companhia das Letras. 1ºedição. 1997.
23) ECO/OPS. **Evaluación Epidemiológica de Riesgos Causados por Agentes Químicos Ambientales**. Noriega Editores. 1989.
24) ECOLIDERES, Ecolideres. **Estrategias innovadoras para contagiar el amor por el medio ambiente**. Casa de la Paz.1995.
25) EPA, Environmental Protect Agency, Disponível em http: www.epa.gov. Visitada em 08/2003.
26) FREITAS, Dra. Clarice Umbelino de**. Estratégias de Abordagem para a Exposição Ambiental ao Chumbo no Estado de São Paulo Centro de Vigilância Epidemiolígica**. Disponível em http:www.cve.saude.sp.gov.br. Visitada em 09/2003.
27) FULGURIS. **Manual de Operação e Manutenção de Bateria Chumbo-Ácidas**. 2º revisão.1997.
28) GREENPEACE, Disponível em http:www.greenpeace.org.br/toxicos. Visitada em 09/2003.
29) IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em http:www.ibge.gov.br. Visitada em 10/2003.
30) IMPINNISI, Dr. Patrício Rodolfo; Brixel, Paulo Henrique; Farias Jair Abreu. **Apostila do Curso de Baterias.** COPEL/LACTEC. 2000.
31) LEE, J.D. **Química Inorgânica Não Tão Concisa**. Editora Edgard Blucher. 4º edição. 2001.
32) LOLI. **Hall AH & Rumac BH (eds): Tomesâ System**. MICROMEDEX, 1998.
33) LORICA / NIFE. **Manual de Operação e Manutenção de Baterias Chumbo – Ácidas**. 3º revisão. 2000.
34) MEDITEXT. **Medical Management In: Hall AH & Rumac BH (Eds) : Tomesâ System**.1998.

35) MMA. Ministério do Meio Ambiente, Disponível em http:www.mma.gov.br. Visitada em 10/2003.
36) MMWR. **Current Trends Childhood Lead Poisoning, United States: Reports to the Congress by the Agence for Toxic Substances and Disease Registry**. 1988.
37) PORTAL DE RECICLAGEM. Disponível em http:www.reciclaveis.com.br. Visitada em 10/2003.
38) REPROTEXT. **Hall AH & Rumac BH (Eds): Tomesâ System.**1998.
39) ROSELEN, Maurício. **USP Desenvolve Bateria Ecologicamente Correta, Universidade de São Paulo**. Disponível em http:www.usp.br/agen/bols/2000/rede539.htm. Visitada em 10/2003.
40) SATURNIA HAWKER, Disponível em http:www.saturnia-hawker.com.br. Visitada em 08/2003.
41) SATURNIA HAWKER. **Manual de Operação.** 2001.
42) SATURNIA HAWKER. **Manual Técnico - Unidade Retificadora**. 2000.
43) SATURNIA. **Manual de Operação e Manutenção de Bateria Chumbo - Ácidas Padrão Telebrás**. 1989.
44) TELEBRÁS. **Especificações Gerais de Sistemas de Retificadores Chaveados em Alta Frequencia**. nº 240-510-722. 1997.
45) TELEBRÁS. **Especificações Gerais de Unidades Retificadoras Chaveadas em Alta Frequencia**. nº 240-510-723. 1997.
46) WHO. **Human Exposure to Lead. Human Exposure Assessurent Serie.** 1992.

ANEXOS

ANEXO I CONDIÇÕES ANORMAIS EM BATERIAS ÁCIDAS

ANEXO II PRINCIPAIS DEFEITOS EM BATERIAS ÁCIDAS

ANEXO III VALORES DE TENSÃO/DENSIDADE POR FABRICANTE

ANEXO I CONDIÇÕES ANORMAIS EM BATERIAS ÁCIDAS.

Causas Prováveis e Procedimentos Recomendados

1 - **TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DO ELEMENTO**

1.1 - TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DO ELEMENTO BAIXA (1 ou mais elementos)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Tensão de flutuação da bateria baixa	Correção da tensão de flutuação da bateria
Desequalização	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização
Ligações frouxas	Reaperto das ligações
Elementos em derivação	Retirada da derivação
Impacto mecânico externo acentuado	Substituição dos separadores
Corrosão do pólo positivo	Vide anexo II, item 1.2
Sulfatação das placas	Aplicação de carga de dessulfatação
Curto-circuito interno no elemento	Substituição dos separadores
Curto-circuito nas ligações entre elementos	Retirada dos objetos eventualmente colocados sobre as ligações
Depósito excessivo de sedimentos no fundo do recipiente	Substituição do eletrólito
Variação das temperaturas do eletrólito entre elementos	Correção das condições ambientais
Queda de tensão nos cabos de ligação carregador-bateria	Correção da tensão de flutuação da bateria Aferição e calibração dos instrumentos

1.2 - TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DO ELEMENTO ALTA (Em 1 ou mais elementos)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Tensão de flutuação da bateria alta	Correção da tensão de flutuação da bateria
Desequalizado	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização

1.3 - TENSÃO DE FLUTUAÇÃO E DENSIDADE DO ELETRÓLITO DO(S) ELEMENTO(S) ANORMAIS, APÓS APLICAÇÃO DE CARGA DE EQUALIZAÇÃO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Uso prolongado (fim de vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) ou da bateria
Sulfatação	Aplicação de carga de dessulfatação Substituição dos separadores

2 - DENSIDADE DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO

2.1 - DENSIDADE DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO BAIXA (em 1 ou mais elementos)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Perda de eletrólito por vazamento	Correção do nível do eletrólito Correção de densidade do eletrólito
Carga insuficiente	Correção da tensão de flutuação da bateria

	Aplicação de carga de equalização Aferição e calibração dos instrumentos

2.2 - DENSIDADE DO ELETRÓLITO E TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DO(S) ELEMENTO(S) ANORMAIS, APÓS APLICAÇÃO DE CARGA DE EQUALIZAÇÃO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Uso prolongado (fim de vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) ou da bateria
Sulfatação	Aplicação de carga de dessulfatação Substituição dos separadores

3 - NÍVEL DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO

3.1 - NÍVEL DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO BAIXO (REPOSIÇÃO ACIMA DO NORMAL COM RELAÇÃO AOS DEMAIS ELEMENTOS)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Perda de eletrólito por vazamento	Correção do nível do eletrólito Correção da densidade do eletrólito
Desprendimento excessivo de gases	Vide item 10.1
Consumo excessivo de água destilada ou deionizada	Substituição do eletrólito Substituição dos separadores Substituição dos pólos (se houver pólos com corrosão)

3.2 - CORREÇÃO DO NÍVEL DO ELETRÓLITO (de 1 ou mais Elementos com Água Destilada ou Deionizada) ABAIXO DO NORMAL COM RELAÇÃO AOS DEMAIS ELEMENTOS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Carga insuficiente	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização

4 - TEMPERATURA DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO

4.1 - TEMPERATURA DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO ANORMAL

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Redução da corrente de carga
Curto-circuito interno	Substituição dos separadores Substituição do eletrólito

4.2 - TEMPERATURA DO ELETRÓLITO DO ELEMENTO ALTA DURANTE A CARGA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sulfatação	Aplicação de carga de dessulfatação
Sobrecarga	Redução da corrente de carga
Curto-circuito interno	Substituição do eletrólito Substituição dos separadores
Uso prolongado (fim de vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) da bateria

5 - TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DA BATERIA

5.1 - TENSÃO DE FLUTUAÇÃO DA BATERIA BAIXA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Queda de tensão nos cabos de ligação carregador-bateria	Correção da tensão de flutuação da bateria
Instrumentos descalibrados	Aferiação e calibração dos instrumentos
Ajuste incorreto do valor da tensão de flutuação da bateria	Correção da tensão de flutuação da bateria

6 - CORRENTE DE FLUTUAÇÃO DA BATERIA

6.1 - CORRENTE DE FLUTUAÇÃO DA BATERIA ELEVADA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Carga insuficiente	Aplicação de carga de equalização
Uso prolongado (fim de vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) ou da bateria
Poeira e umidade excessiva acumulada na tampa	Limpeza da bateria, estante e instalações
Curto-circuito interno	Substituição do eletrólito Substituição dos separadores
Temperatura excessivamente alta	Correção das condições ambientais

7 - CAPACIDADE DE DESCARGA

7.1 - CAPACIDADE DE DESCARGA REDUZIDA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Uso prolongado (fim da vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) da bateria
Tensão de flutuação da bateria baixa	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização
Sobrecarga	Correção da corrente de carga
Carga insuficiente	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização Limpeza da bateria, estante e instalações Aferição e calibração dos instrumentos
Nível do eletrólito do(s) elemento(s) anormal	Correção do nível do eletrólito
Densidade do eletrólito do(s) elemento(s) anormal	Correção da densidade do eletrólito
Sulfatação	Aplicação de carga de dessulfatação
Temperatura baixa	Correção das condições ambientais
Ligações frouxas	Reaperto das ligações
Elementos em derivação	Retirada das derivações
Arruelas plásticas da vedação c/defeito	Substituição das arruelas de vedação Substituição do eletrólito
Variação da temperatura do eletrólito entre elementos	Correção das condições ambientais
Oxidação nos contatos entre ligações e pólos	Limpeza das ligações e pólos

8 - ELETRÓLITO

8.1 - IMPUREZAS PRESENTES NO ELETRÓLITO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Separadores	Substituição dos separadores
Pólos com corrosão	Vide Anexo II, item 1.1
Poluentes	Filtragem do eletrólito
Materiais estranhos (tais como pedaços de vidro, madeira, isopor etc.)	Filtragem do eletrólito
Adição de água com impurezas	Limpeza interna do destilador ou troca da resina do deionizador

8.2 - COR ANORMAL DO ELETRÓLITO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Desprendimento da matéria ativa	Efetuar ensaio de capacidade Substituição do(s) elemento(s)

9 - AUTODESCARGA

9.1 - AUTODESCARGA ACELERADA OU ELEVADA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Umidade ou sujeira no recipiente	Limpeza da bateria, estante e instalações
Impurezas no eletrólito devido a presença de ferro ou amônia	Substituição do eletrólito
Depósito excessivo de sedimentos no fundo do recipiente	Substituição do eletrólito
Separadores com defeito	Substituição dos separadores

10 - DESPRENDIMENTO DE GASES

10.1 - DESPRENDIMENTO EXCESSIVO DE GASES

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Correção da corrente de carga
Tensão de flutuação da bateria acima do valor especificado	Correção da tensão de flutuação da bateria
Tensão de carga de equalização acima do valor especificado	Correção da tensão de equalização
Sulfatação	Aplicação de carga de dessulfatação
Impurezas no eletrólito	Substituição do eletrólito
Temperatura baixa	Correção das condições ambientais

10.2 - NÃO HÁ DESPRENDIMENTO DE GASES DURANTE A CARGA (AUSÊNCIA DE GASES)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Curto-circuito interno	Substituição dos separadores Substituição das placas Substituição do eletrólito

11 - PÓLOS E LIGAÇÕES

11.1 - AQUECIMENTO ANORMAL DOS PÓLOS E LIGAÇÕES

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Ligações frouxas	Reaperto das ligações

12 - PLACAS

12.1 - MANCHAS BRANCAS NAS PLACAS E/OU ALTERAÇÃO DA COR DAS PLACAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sulfatação excessiva das placas	Vide Anexo II - item 5

12.2 - MANCHAS ESCURAS NAS PLACAS NEGATIVAS (Normalmente Próximas aos Terminais)

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga (e conseqüentemente o depósito de antimônio sobre as placas negativas)	Redução da corrente de carga
Uso prolongado (e conseqüentemente o depósito de antimônio sobre as placas negativas)	Redução da densidade do eletrólito (se for necessário)

13 - SEDIMENTOS

13.1 - SEDIMENTO MARROM EM FORMA DE AGULHA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Correção da corrente de carga

13.2 - SEDIMENTOS COM SUA CAMADA SUPERIOR BRANCA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Carga insuficiente	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização

13.3 - SEDIMENTOS FINOS COR DE COBRE

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Corrosão da alma de cobre do pólo negativo	Substituição do pólo

13.4 - SEDIMENTO GROSSO EM FORMA DE ESCAMAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Carga insuficiente	Correção da tensão de flutuação da bateria Aplicação de carga de equalização
Corrosão do pólo positivo	Vide anexo II, item 1.2

ANEXO II PRINCIPAIS DEFEITOS EM BATERIAS ÁCIDAS

Causas Prováveis e Procedimentos Recomendados

1 - PÓLOS

1.1 - CORROSÃO DOS PÓLOS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Nível do eletrólito acima da marcação máxima	Correção do nível do eletrólito Substituição dos pólos

1.2 - CORROSÃO DO PÓLO POSITIVO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Reação química da alma de cobre do pólo positivo por efeito de migração de eletrólito através do chumbo, ocasionando a corrosão do cobre e do chumbo	Substituição dos pólos (todos os pólos com alma de cobre por outros fabricados de chumbo)
Impurezas no eletrólito devido a presença de cloro, manganês, ferro etc.	Substituição dos pólos (todos os pólos com alma de cobre por outros fabricantes de chumbo) Substituição do tubo protetor do elemento Aplicação de carga de equalização (para retirar resíduos contaminantes) Substituição do eletrólito e/ou separadores

1.3 - LEVANTAMENTO DO PÓLO POSITIVO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Efeito capilar/reação do eletrólito com arruela de vedação e pólo	Substituição das tampas e arruelas de vedação
Tensão de flutuação alta	Correção da tensão de flutuação da bateria Substituição das tampas e arruelas de vedação
Sobrecarga excessiva e freqüente	Correção da corrente de carga

1.4 - CORROSÃO DA BUCHA DE VEDAÇÃO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Defeito de fabricação	Substituição da bucha de vedação

2 - RECIPIENTES

2.1 - ESTUFAMENTO DO RECIPIENTE/EXPLOSÃO DO ELEMENTO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Entupimento dos orifícios de escape de gases	Desobstrução dos orifícios de escape de gases das válvulas Substituição das válvulas convencionais por válvulas antiexplosivas
Inchamento das placas seguido de curto-circuito	Substituição do elemento

2.2 - TRINCA/RACHADURA NOS RECIPIENTES

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Fadiga do material	Substituição do recipiente

3 - GRADE

3.1 - DESPRENDIMENTO EXCESSIVO DE MATERIAL ATIVO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Impurezas no eletrólito	Substituição do eletrólito Substituição dos separadores Substituição dos pólos (se houver pólos com corrosão)
Densidade do eletrólito incorreta	Correção da densidade do eletrólito

3.2 - CORROSÃO DAS GRADES DA PLACA POSITIVA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Correção da corrente de carga
Temperatura do eletrólito do(s) elemento(s) alta (acima de 35°C)	Correção da corrente de carga

4 - TAMPA DO RECIPIENTE

4.1 - QUEBRA DAS TAMPAS DOS RECIPIENTES

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Corrosão dos pólos e das buchas de vedação	Substituição das tampas e buchas de vedação

5 - PLACAS

5.1 - SULFATAÇÃO EXCESSIVA DAS PLACAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Bateria ou elemento descarregado durante muito tempo (longo período armazenada sem carga)	Aplicação de carga de dessulfatação Substituição do elemento
Nível do eletrólito incorreto	Correção do nível do eletrólito Aplicação de carga de dessulfatação
Impurezas no eletrólito	Substituição do eletrólito Aplicação de carga de dessulfatação
Adição de eletrólito no elemento ao invés de água destilada ou deionizada	Aplicação de carga de dessulfatação
Operação da bateria a temperaturas superiores a 35°C	Correção das condições ambientais Aplicação de carga de dessulfatação
Tensão de flutuação incorreta	Correção da tensão de flutuação da bateria

5.2 - SULFATAÇÃO DA PLACA NEGATIVA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Impurezas no eletrólito, devido a presença de platina, cobre, prata ou nitratos	Substituição do eletrólito

5.3 - SULFATAÇÃO DA PLACA POSITIVA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Impurezas no eletrólito devido a presença de ácido acético e álcool	Substituição do eletrólito

5.4 - OBSTRUÇÃO DOS POROS DA PLACA NEGATIVA

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Impurezas no eletrólito devido a presença de bismuto	Substituição do eletrólito

5.5 - DESTRUIÇÃO DAS PLACAS POSITIVAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Redução da corrente de carga
Impurezas no eletrólito devido a presença de cloro e cloretos	Substituição do eletrólito
Uso prolongado dos elementos	Substituição das placas

5.6 - CRESCIMENTO E DOBRAMENTO DAS PLACAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Sobrecarga	Redução da corrente de carga
Uso prolongado (fim da vida útil)	Substituição do(s) elemento(s) da bateria

5.7 - CURTO-CIRCUITO ENTRE PLACAS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Separadores	Substituição das placas e separadores Substituição do elemento
Impurezas no eletrólito	Substituição do eletrólito
Depósito excessivo de sedimentos no fundo do recipiente	Substituição do eletrólito

6 - **SEPARADORES**

6.1 - SEPARADORES DESTRUÍDOS

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Eletrólito	Correção da densidade do eletrólito Substituição do eletrólito (se for o caso)
Uso prolongado ou fortes sacudidelas	Substituição dos separadores

7 - **LIGAÇÕES**

7.1 - CORROSÃO/DETERIORAÇÃO DOS PARAFUSOS E DAS BARRAS DE LIGAÇÃO

CAUSAS PROVÁVEIS	PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS
Nível do eletrólito do(s) elemento(s) incorreto	Correção do nível do eletrólito
Parafusos, pólos e barras de ligação úmidos	Limpeza dos pólos e ligações

ANEXO III VALORES DE TENSÃO/DENSIDADE POR FABRICANTE

BATERIAS ESTACIONÁRIAS VENTILADAS

chumbo-ácidas

Fabricante	Tensão Flutuação p/elem. (V)	Variação normal de tensão p/ elem. (V)		Tensão equalização p/ elem. (V)	Variação normal da Densidade p/elemento (g/cm3)		Tensão total flutuação da bateria (V)	Tensão total Equalização da bateria (V)
		MÍN.	MÁX.		MÍN.	MÁX.		
C & D	2,22	2,17	2,25	2,35	1,200	1 ,220	133,2	141,0
Fulguris	2,20	2,17	2,22	2,33	1,200	1 ,220	132,0	139,8
Lorica	2,17	2,15	2,18	2,33	1,200	1 ,220	130,2	139,8
Nife	2,20	2,17	2,22	2,35	1,205	1,215	132,0	141,0
Saturnia	2,17	2,15	2,18	2,33	1,200	1,220	130,2	139,8
Tudor	2,20	2,17	2,22	2,40	1,200	1,220	132,0	144,0

Observação:

O nível do eletrólito considerado normal é o mantido no elemento na marca: nível máx**.**

APÊNDICES

APÊNDICE I – ENSAIO DE CAPACIDADE DE DESCARGA

APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

APÊNDICE I

	COPEL Transmissão	**ENSAIO de CAPACIDADE de DESCARGA - ECD** **BATERIAS**								**Data**	**28/8/2002**		
										OS			
1	Fabricante	**SAB NIFE**			Local da instalação	**SE/MERCES**				Região	**CURITIBA**		
2	Tipo de Elemento	**4TH50**								Serviço auxiliar	**X**		
3	ELETRÓLITO	ÁCIDO		**X**						Microondas			
4		ALCALINO								Carrier			
5	Capacidade Nominal	**200**	Ah /	**10**	h					VHF			
6	Nº de Elementos	**60**								UHF			
7	Nº Copel	**130 - 2034**											
8	Nº Série	**303633 - 303692**				Data de fabricação				**nov/01**			
9	CONDIÇÕES PARA ENSAIO												
10	Temperatura ambiente	15 a 35ºC	**24**	ºC		Tensão final de descarga				**1,75**	V		
11	Regime de descarga	5h	**5**	h		Densidade do eletrólito				**1.210**	g/cm3		
12	Corrente de descarga		**35,2**	A		Tempo de repouso				**2**	h		
13	CARGA DE EQUALIZAÇÃO												
14	Carga	Tensão equalização da bateria		Limite corrente carga		Inicio		Término		Duração			
15						data	hora	data	hora				
16						dd/mm	hh:mm	dd/mm	hh:mm	hh:mm			
17	Antes ECD	**2,35**		**10,4**		**27/set**	**11:30**	**28/ago**	**07:30**	**20:00**			
18	Depois ECD	**2,33**		**10**		**28/ago**	**16;00**	**29/ago**	**10:00**	**18:00**			
19	CÁLCULO DA CAPACIDADE PERCENTUAL												
20	Tempo de descarga	ta =	**5**	h		Capacidade 5h a 25ºC		C5 (25) =		**176**	Ah		
21	Temperatura média inicial do eletrólito	t = Eti / N =	**22**	ºC		Fator correção capacid. em função temperatura		k =		**0,982**			
22													
23	Capacidade atual em Ah à temperatura	ca (t) = I x ta				=	**35,2**	x	**5**	**176**	Ah		
24													
25	Capacidade atual em Ah corrigida a 25ºC	ca (25) = ca (t) / k				=	**176 / 0,982**			**179,226**	Ah		
26													
27	Capacidade percentual à 25ºC	c % (25) = ca (25) / c5 (25)	x	100		=	**1,0183**	x 100		**101,8**	%		
28													
29	**OBSERVAÇÕES**												
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51	Responsável p/ execução					Gerência - Visto							
52	Registro	Nome			Visto								
53		**Equipe em curso de manut. Bat.**											
54													

58	Nº do elem.	Instante inicial			Leituras durante a descarga										Instante final		
59		10:45		hh:mm	00:15	01:00	12:45	13:45	14:45						15:45		hh:mm
60		V	T	D	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	T	D
61	1	2,01	23	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	28	1,15
62	2	2,01	23	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	28	1,15
63	3	2,02	23	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
64	4	2,02	23	1,22	1,97	1,98	1,97	1,95	1392						1,89	26	1,16
65	5	2,02	23	1,22	1,98	1,98	1,97	1,95	1,92						1,89	26	1,16
66	6	2,01	23	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,16
67	7	2,02	22	1,22	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,16
68	8	2,02	22	1,22	1,97	1,98	1,97	1,94	1,92						1,89	26	1,16
69	9	2,01	22	1,21	1,98	1,98	1,96	1,94	1,92						1,88	26	1,155
70	10	2,02	22	1,215	1,97	1,98	1,97	1,95	1,92						1,89	26	1,155
71	11	2,01	22	1,21	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,15
72	12	2,02	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,15
73	13	2,02	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,155
74	14	2,02	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,15
75	15	2,01	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,89	26	1,155
76	16	2,01	22	1,22	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,15
77	17	2,01	22	1,22	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,15
78	18	2,01	22	1,22	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,155
79	19	2,01	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,155
80	20	2,01	22	1,215	1,97	1,98	1,96	1,94	1,92						1,88	26	1,145
81	21	2,01	21	1,215	1,96	1,97	1,96	1,93	1,92						1,88	26	1,14
82	22	2	21	1,215	1,96	1,97	1,95	1,93	1,9						1,86	25	1,15
83	23	2,01	21	1,215	1,97	1,98	1,96	1,93	1,91						1,88	25	1,15
84	24	2,01	21	1,21	1,96	1,97	1,95	1,93	1,91						1,87	25	1,145
85	25	2,01	21	1,21	1,93	1,97	1,95	1,93	1,91						1,87	25	1,145
86	26	2,01	21	1,21	1,96	1,97	1,95	1,93	1,91						1,87	25	1,145
87	27	2,01	22	1,21	1,96	1,97	1,95	1,93	1,9						1,86	25	1,14
88	28	2,01	22	1,21	1,96	1,97	1,95	1,93	1,9						1,87	25	1,145
89	29	2	21	1,22	1,96	1,97	1,95	1,93	1,9						1,86	25	1,14
90	30	2,01	21	1,205	1,96	1,97	1,95	1,93	1,91						1,87	25	1,14
91	31	2,01	21	1,21	1,96	1,97	1,95	1,93	1,91						1,87	25	1,145
92	32	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,93	1,91						1,87	25	1,145
93	33	2,01	21	1,205	1,96	1,97	1,95	1,93	1,9						1,86	25	1,14
94	34	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,95	1,93	1,9						1,87	25	1,145
95	35	2,01	21	1,215	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,87	25	1,145
96	36	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	25	1,145
97	37	2,01	21	1,205	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	25	1,145
98	38	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,93	1,91						1,88	26	1,145
99	39	2,01	21	1,21	1,96	1,97	1,96	1,94	1,91						1,87	26	1,145
100	40	2,01	21	1,205	1,97	1,97	1,96	1,93	1,91						1,87	26	1,14
101	41	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,145
102	42	2,01	21	1,21	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,15
103	43	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,87	26	1,145
104	44	2,01	21	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,145
105	45	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,93	1,91						1,87	27	1,145
106	46	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
107	47	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
108	48	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
109	49	2,01	23	1,2	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
110	50	2,02	23	1,22	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
111	51	2,01	22	1,2	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
112	52	2,02	22	1,22	1,97	1,98	1,97	1,95	1,92						1,89	28	1,15
113	53	2,01	22	1,21	1,97	1,98	1,96	1,95	1,92						1,88	28	1,145
114	54	2,01	22	1,21	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
115	55	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
116	56	2,01	22	1,21	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,145
117	57	2,01	22	1,21	1,97	1,98	1,96	1,94	1,91						1,88	27	1,15
118	58	2,01	22	1,21	1,97	1,97	1,96	1,94	1,91						1,88	26	1,15
119	59	2,01	22	1,215	1,97	1,97	1,96	1,94	1,92						1,87	26	1,15

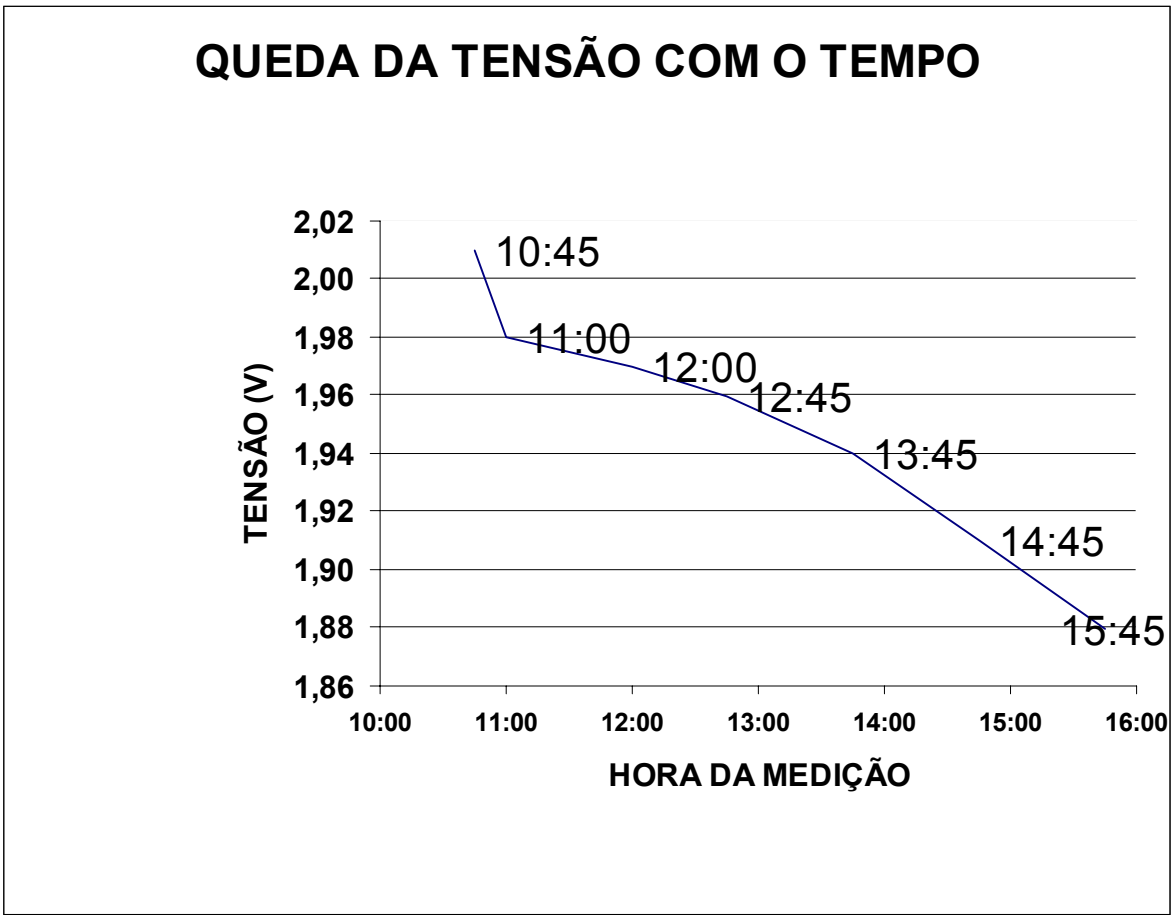

QUEDA DA TENSÃO COM O TEMPO
TENSÃO (V)
2,02
2,00
1,98
1,96
1,94
1,92
1,90
1,88
1,86
10:45
11:00
12:00
12:45
13:45
14:45
15:45
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
HORA DA MEDIÇÃO

Figura 1. Caixa para acondicionar os resistores que serão utilizados no ECD

Figura 2. Bancada onde serão ligados os resistores

Figura 3. Bancada com os resistores.
Figura 4. Reostato para ajuste fino da corrente

Figura 5. Amperímetro indicando o valor de corrente previamente calculado.
Figura 6. Conexão do banco de resistores com o banco de baterias.

5

6

Figura 7. Limpeza das válvula que servem de respiro, esta é feita sob imersão em água destilada quente.
Figura 8.Válvulas dispostas para secagem após limpeza

Figura 9. Interligações dos elementos, é possível observar a formação de marcas provocadas pelo aquecimento(superior) e a formação de azinavre (óxido de cobre).
Figura 10. Limpeza das interligações com escova de aço

9

10

Figura 11. É possível observar a formação de depósitos de oxido de chumbo sobre as placas, bem como a forma de colocação da graxa,espalhada sobre a parte plástica onde não é necessário.
Figura 12. Detalhe do conjunto de interligação com sua proteção plástica para proteção contra contato acidental e oxidação

11

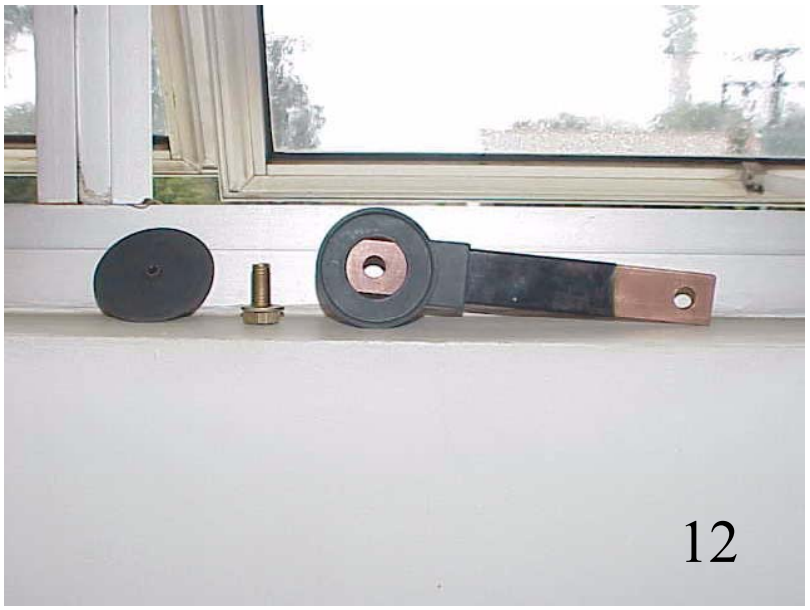

12

Figura 13.Tampa de proteção do parafuso da interligação, a parte pequena no detalhe é uma peça de neoprene que deve ser perfurada pela ponta de prova do voltímetro para fazer a leitura de tensão, desta forma evita-se o máximo possível a oxidação, pois esta fica sobre o parafuso.

Figura 14. Peças aguardando montagem após limpeza.

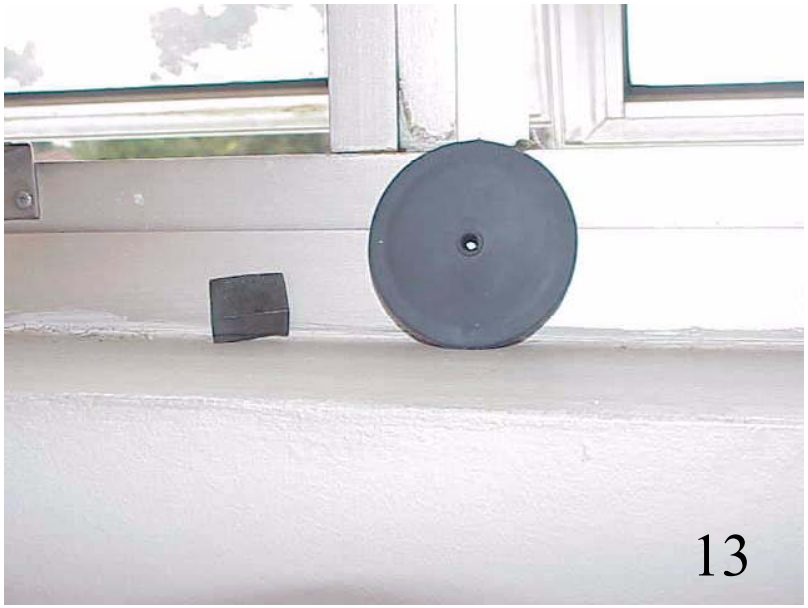


Figura 15. Maneira correta de transportar o elemento para evitar deslocamento dos depósitos de chumbo sobre as placas para o fundo do vaso.
Figura 16. Utilização do torquímetro para aperto dos parafusos

15

16

Figura 17. Leitura de densidade, tomando cuidado para que não respingue eletrólito sobre as baterias, utilizando um pano sob o densímetro.

Figura 18. Limpeza dos pólos com escova de latão para evitar que a escova retire muito material(se a escova for feita de material duro) no processo de retirada do óxido de chumbo

17

18

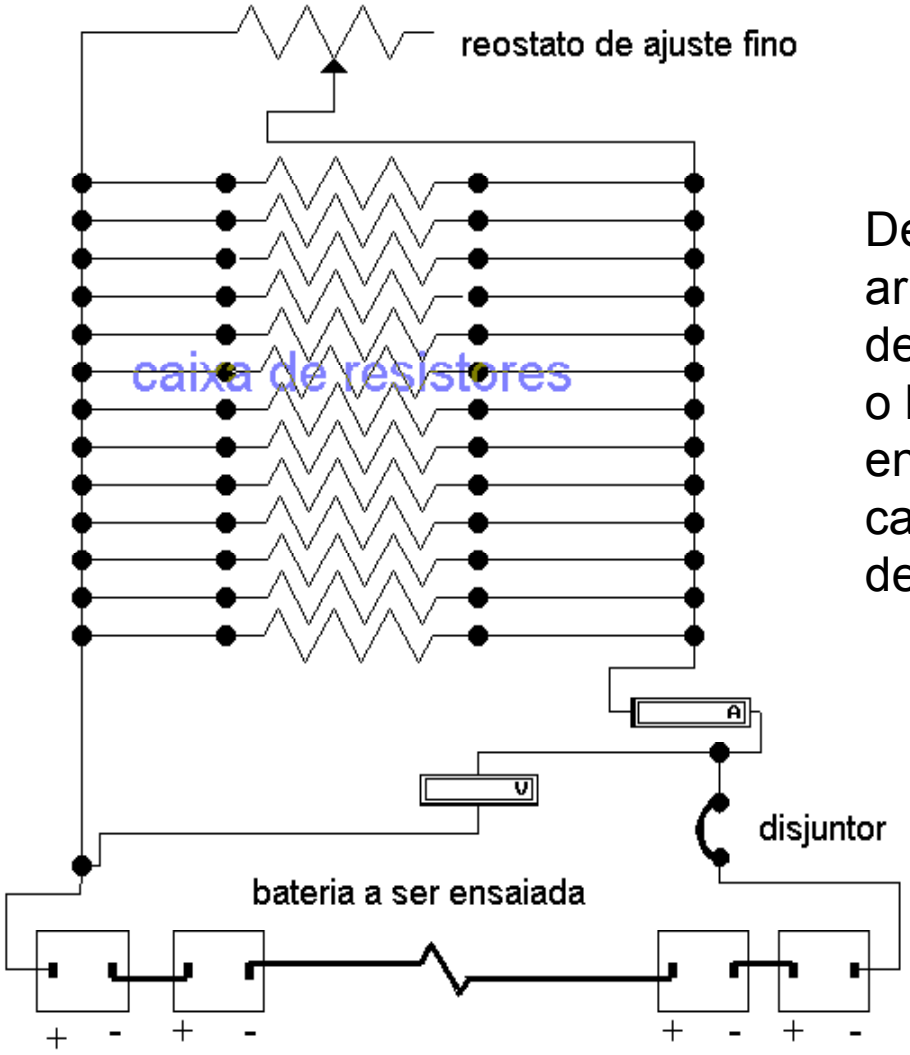
Figura 19. Dispositivo utilizado para aplicação de graxa antioxidante sobre o parafuso, esta evita a corrosão se por ventura houver derramamento de ácido sobre as partes metálicas.

Figura 20. Parafuso após a aplicação de graxa antioxidante, neste caso está aplicada somente onde é necessário.

19

20

Figura 21.Limpeza dos elementos com água destilada.
Figura 22. Aparência dos elementos após limpeza



Detalhe do arranjo para descarregar o banco no ensaio de capacidade de descarga

APÊNDICE II QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: GLOBAL TELECOM S.A

Funcionário: ANTONIO BARCELLOS

Tempo de Experiência: 4 ANOS

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: Enersys, Fúlguris, Nife

Marca do Retificador: Ascom, Sistem,

Ventiladas ( ) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD,condutância(na recepção caso verificado defeito),

Periodicidade: trimestral

Normatização Utilizada: do fabricantre

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos

Problemas com o Banco baixa condutância baixa tensão, baixa autonomia.

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? contratada

Qual é a capacidade instalada? não informado

Qual é a tensão? 27 V e 48V A temperatura é controlada? sim

Existe algum programa de Expansão?

Existe processo de Reciclagem? sim, entrega ao fabricante

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: COPEL setor de transmissão

Funcionário: Jair Abreu Farias

Tempo de Experiência: 12 anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: saturnia,Nife,Narvit,Lorica,Fúlguris,C&D

Marca do Retificador: Adelco,Enge Power,Indel

Ventiladas (x) Reguladas a válvula ( )

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD, inspeções conforme norma COPEL

Periodicidade: ECD é feito antes do vencimento da garantia e após é quadrienal, mensalmente são realizadas inspeções

Normatização Utilizada: Normas próprias

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos Não

Problemas com o Banco: Migração do eletrólito para fora pelos pólos em elementos ventilados.

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? equipe de manutenção própria

Qual é a capacidade instalada? 100Ah/10h, este éo valor mais utilizado.

Qual é a tensão? 125V A temperatura é controlada? Não

Existe algum programa de Expansão? a medida que é construída uma SE nova

Existe processo de Reciclagem? os elementos usados são enviados à fabrica

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: COPEL setor de transmissão

Funcionário: Celso Cavalca scalco

Tempo de Experiência: 18 anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: saturnia,Nife,Narvit,Lorica,Fúlguris,C&D

Marca do Retificador: Adelco,Enge Power, Indel

Ventiladas (x) Reguladas a válvula ( )

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD, inspeções conforme norma copel

Periodicidade: ECD é feito antes do vencimento da garantia e após é quadrienal

Normatização Utilizada: Normas próprias

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos Não

Problemas com o Banco Migração do eletrólito para fora, pelos pólos, em elementos ventilados.

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? equipe de manutenção própria

Qual é a capacidade instalada? 100Ah/10h valor mais utilizado

Qual é a tensão? 125V A temperatura é controlada? Não

Existe algum programa de Expansão? a medida que é construída uma SE nova

Existe processo de Reciclagem? os elementos usados são enviados à fabrica

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: EMBRATEL S/A

Funcionário: DEJALMA ZATTONI

Tempo de Experiência: 18 ANOS

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: SATURNIA

Marca do Retificador: SISTEM

Ventiladas ( ) Reguladas a válvula (X)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: TESTE DE CAPACIDADE E MEDIÇÃO DE TENSÃO

Periodicidade: MEDIÇÃO A CADA 16 SEMANAS TESTE DE CAP. QDO NECESSÁ-

Normatização Utilizada: NORMAS PRÓPRIAS EMBRATEL E MANUAL DO FABRICANTE.

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos NÃO HOUVE

Problemas com o Banco VAZAMENTOS NOS POLOS E TAMPAS.

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? EQUISUL SERVIÇOS

Qual é a capacidade instalada? 350 AH

Qual é a tensão? 54,5 VCC A temperatura é controlada? SIM

Existe algum programa de Expansão? SIM

Existe processo de Reciclagem? ENVIADAS AO FABRICANTE.

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: TIM

Funcionário: Luiz Vieira

Tempo de Experiência: 7anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: Saturnia, Narvit,Fulguris,Moura

Marca do Retificador: saturnia, Indel, Sisten, Asco

Ventiladas ( ) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD com a própria carga por uma hora

Periodicidade: bimestral

Normatização Utilizada: Anatel,ABNT

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos

Problemas com o Banco Estufamento dos elementos,pólos saltados,baixa tensão

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? empresa contratada

Qual é a capacidade instalada? 400Ah/4h

Qual é a tensão? 24V e 48V A temperatura é controlada? Sim

Existe algum programa de Expansão? subtituição dos elementos após completarem 8 anos

Existe processo de Reciclagem? enviado ao fabricante

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária-INFRAERO

Funcionário: Eduardo Braga dos Santos

Tempo de Experiência: 3 anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: Skam,Nife,Saturnia,Moura,Delphi

Marca do Retificador: Adelco,Lacerda

Ventiladas (x) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD,medição de densidade e tensão

Periodicidade: trimestral com a própria carga

Normatização Utilizada: manual do fabricante TELEBRÁS

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos

Problemas com o Banco falta de capacidade para atender a especificação

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? própria e contratada

Qual é a capacidade instalada?

Qual é a tensão? 48V A temperatura é controlada? sim

Existe algum programa de Expansão?

Existe processo de Reciclagem? sim

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: GVT

Funcionário: Daniel Cancela

Tempo de Experiência: 12

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: Fulguris, Saturnia, Nife, Moura,

Marca do Retificador: Saturnia, Lucent,Ascon,

Ventiladas ( ) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD na aceitação e após e feito com a própria carga

Periodicidade: 6 meses carga forçada

Normatização Utilizada: manuais de fabricante

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos Ao escovar os bornes para retirar azinavre o funcionário machucou o olho com o pó.

Problemas com o Banco vazamentos, todos fabricantes

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? equipe de manutenção

Qual é a capacidade instalada? 600Ah/10h estação menor e centrais 2x600Ah/10h

Qual é a tensão? 48V A temperatura é controlada? sim

Existe algum programa de Expansão? Não

Existe processo de Reciclagem? devolução ao fabricante

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: ELETROSUL

Funcionário: Alcindo Tuchtenhagen

Tempo de Experiência: 15 anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: Saturnia,Nife,Narvit

Marca do Retificador: Nife

Ventiladas (x) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: inspeção visual,ECD

Periodicidade: mensal,anual

Normatização Utilizada: normas próprias com base nas NBR´s e Telebrás

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos nada consta

Problemas com o Banco migração de eletrólito para fora, crescimento acentuado das placas positivas, evaporação do eletrólito

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? inspeção mensal equipe de operação, ensaios são feitos pela equipe de manutenção

Qual é a capacidade instalada? 1080 AH/10h em 48V,680Ah/10h em 48V e 300Ah/10h em125V, valores usados em Curitiba

Qual é a tensão? 125V e 48 V A temperatura é controlada? sim

Existe algum programa de Expansão? Não

Existe processo de Reciclagem? devolução ao fabricante

QUESTIONÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE BATERIAS

Infomações Iniciais

Empresa: COPEL setor de telecomunicações

Funcionário: Marco Antonio Trancoso Ogibowski

Tempo de Experiência: 14 anos

Informações sobre o Banco de Baterias

Fabricante: saturnia,Nife,Narvit,Lorica,

Marca do Retificador: Indel, adelco,Enge Power

Ventiladas (x) Reguladas a válvula (x)

Informações sobre Manutenção

Relação de Ensaios Realizados: ECD, inspeções conforme norma copel

Periodicidade: ECD é feito antes do vencimento da garantia e após é quadrienal

Normatização Utilizada: Normas próprias

Informações sobre Histórico

Acidentes Ocorridos Não

Problemas com o Banco Migração do eletrólito para fora pelos pólos em elementos ventolados.

Informações Adicionais

Quem executa as Manutenções e os Ensaios? equipe de manutenção própria

Qual é a capacidade instalada? capacidades variáveis conforme o tamanho das cargas envolvidas 100Ah/10h éo valor mais utilizado

Qual é a tensão? 48V A temperatura é controlada? Sim

Existe algum programa de Expansão? a expansão é constante

Existe processo de Reciclagem? os elementos usados são enviados à fabrica

GLOSSÁRIO

Cefaléia: Dor de cabeça; cefalalgia; encefalalgia;

Granulometria: Método de análise que visa a classificar as partículas de uma amostra pelos respectivos tamanhos e a medir as frações correspondentes a cada tamanho**;** análise granulométrica.

Hematopoese: Formação e desenvolvimento das células sanguíneas

Hematopoético:Relativo à hematopoese; diz-se dos órgãos onde se processa a hematopoese.

Lixívia: Solução de carbonato de sódio ou de potássio, usada para lavagem de tecido, remoção de tinta, e com outras aplicações.

Lixiviados: Aplicar lixívia ou barrela a; lavar com lixívia; decoar.

Percolados:(vide glossário) Operação de passar um líquido através de um meio para filtrá-lo ou para extrair substâncias desse meio.

Ponto Eutético:(vide glossário) A temperatura de fusão é um mínimo na curva que representa o comportamento do material, ou na superfície de fusão do sistema.

Screening: Exame médico

Saturnismo: Envenenamento agudo ou crônico produzido pelo chumbo ou alguns dos seus compostos

Fonte : Dicionário Aurélio século 21